



ANNALES

**Anali za istrske in mediteranske študije
Annali di Studi istriani e mediterranee
Annals for Istrian and Mediterranean Studies**

series historia naturalis, 21, 2011, 1



UNIVERZITETNA
ZALOŽBA ANNALES

KOPER 2011

ISSN 1408-533X

UDK 5

Letnik 21, leto 2011, številka 1

**UREDNIŠKI ODBOR/
COMITATO DI REDAZIONE/
BOARD OF EDITORS:**

Dunja Bandelj Mavsar, Nicola Bettoso (IT), Christian Capapé (F), Darko Darovec, Dušan Devetak, Jakov Dulčić (HR), Serena Fonda Umani (IT), Andrej Gogala, Daniel Golani (IL), Mitja Kaligarič, Gregor Kovačič, Marcelo Kovačič (HR), Andrej Kranjc, Lovrenc Lipej, Alenka Malej, Patricija Mozetič, Martina Orlando Bonaca, Michael Stachowitsch (A), Tom Turk, Elena Varljen Bužan, Tone Wraber

**Glavni urednik/Redattore Capo/
Managing Editor:**

Darko Darovec

**Odgovorni urednik naravoslovja/
Redattore responsabile per le scienze
naturali/Natural Science Editor:**

Lovrenc Lipej

Urednica/Redattrice/Editor:

Patricija Mozetič

Lektorji/Supervisione/Language editors:

Anja Piriš (angl./sl.)

Prevajalci/Traduttori/Translators:

Anja Piriš (angl./sl.), Martina Orlando-Bonaca (sl./it.)

**Oblikovalec/Progetto grafico/
Graphic design:**

Dušan Podgornik, Lovrenc Lipej

Prelom/Composizione/Typesetting:

Franc Čuden - Medit d.o.o.

Tisk/Stampa/Print:

Grafis trade d.o.o.

Izdajatelj/Editori/Published by:

Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče Koper /
Università del Litorale, Centro di ricerche scientifiche di Capodistria
/ University of Primorska, Science and Research Centre of Koper©,
Zgodovinsko društvo za južno Primorsko/ Società storica del
Litorale©

**Za izdajatelja/Per gli Editori/
Publishers represented by:**

Darko Darovec, Salvator Žitko

**Sedež uredništva/
Sede della redazione/
Address of Editorial Board:**

Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran /
Istituto nazionale di biologia, Stazione di biologia marina di Pirano /
National Institute of Biology, Marine Biology Station Piran
SI-6330 Piran/Pirano, Fornače/Fornace 41, tel.: +386 5 671 2900,
fax 671 2901;
e-mail: annales@mbss.org, **internet:** <http://www.zrs.upr.si/>

Redakcija te številke je bila zaključena 15. 6.2011

**Sofinancirajo/Supporto finanziario/
Financially supported by:**

Javna agencija za knjigo Republike Slovenije, Ministrstvo zašolstvo
in šport Republike Slovenije, Mestna občina Koper, Občina Izola

Annales - series historia naturalis izhaja dvakrat letno.

Letna naročnina je 16 EUR, maloprodajna cena tega zvezka je 11 EUR.

Naklada/Tiratura/Circulation:

700 izvodov/copie/copies

Revija Annales series historia naturalis je vključena v naslednje podatkovne baze: BIOSIS-Zoological Record (UK);
Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA)

VSEBINA / INDICE GENERALE / CONTENTS

Lovrenc Lipelj & Darko Darovec

Uvodna beseda	1
Editorial	1

EKOLOGIJA MORJA
 ECOLOGIA DEL MARE
 MARINE ECOLOGY

Tom TURK & Borut FURLAN

New records of Indo-Pacific and Atlantic mollusc species (Opisthobranchia) in the Eastern Mediterranean and Adriatic Sea.....	5
<i>Novi podatki o indo-pacifiških in atlantskih vrstah zaškrjarjev (Opisthobranchia) v vzhodnem Sredozemlju in Jadranskem morju</i>	

Claudia KRUSCHEL, Stewart T. SCHULTZ & Julia STIEFEL

High diversity and sensitivity to coastal development of fish and invertebrates of the Novigrad and Karin seas: A metacommunity study in the northern Adriatic, Croatia	11
<i>Visoka diverziteta in občutljivost na razvoj obalnega območja pri ribah in nevretenčarjih v Novigrajskem in Karinskem morju: študija metazdružb v severnem Jadranu, Hrvaška</i>	

Hakan KABASAKAL & Alessandro De MADDALENA

A huge shortfin mako shark <i>Isurus oxyrinchus</i> Rafinesque, 1810 (Chondrichthyes: Lamnidae) from the waters of Marmaris, Turkey	21
<i>Orjaški primerek vrste atlantski mako Isurus oxyrinchus Rafinesque, 1810 (Chondrichthyes: Lamnidae), ujet pri kraju Marmaris, Turčija</i>	

FLORA IN VEGETACIJA
 FLORA E VEGETAZIONE
 FLORA AND VEGETATION

Annalisa FALACE, Sara KALEB, Martina ORLANDO BONACA, Borut MAVRIČ & Lovrenc LIPEJ

First contribution to the knowledge of coralline algae distribution in the Slovenian circalittoral zone (northern Adriatic)	27
<i>Prispevek k poznavanju razširjenosti koraligenih alg v slovenskem cirkalitoralnem pasu (severni Jadran)</i>	

Amelio PEZZETTA

La flora endemico-vicariante delle penisole italiana e balcanica: origini e distribuzione geografica	41
<i>Endemična in vikariantska flora Italijanskega in Balkanskega polotoka: nastanek in geografska distribucija</i>	

FAVNA
 FAUNA
 FAUNA

Dušan DEVETAK

Notes on Megaloptera and Neuroptera (Insecta: Neuropterida) of the Brdo pri Kranju estate (Slovenia)	69
<i>K poznavanju Megaloptera in Neuroptera (Insecta: Neuropterida) posestva Brdo pri Kranju (Slovenija)</i>	

GEOLOGIJA
 GEOLOGIA
 GEOLOGY

Stefano FURLANI, Stefano DEVOTO, Sara BIOLCHI & Franco CUCCHI

Coastal cliff behaviour: The case study of Debeli rtič (SW Slovenia)	77
<i>Spremembe obalnega klifa: študija primera Debelega rtiča (JZ Slovenija)</i>	

Stanka ŠEBELA

Izjemni naravni pojavi v Postojnskem
in Predjamskem jamskem sistemu 87
*Exceptional natural events in the Postojna
and Predjama cave systems*

Navodila avtorjem 111
Instructions to authors 113
Istruzioni per gli autori 115

Kazalo k slikam na ovitku 117
Index to images on the cover 117

VARSTVO NARAVE

CONSERVAZIONE DELLA NATURA

NATURE CONSERVATION

Peter SKOBERNE

Prispevek k poznavanju vloge Albina Belarja
na področju varstva narave na Slovenskem 97
*Contribution to the Albin Belar's rule
in the field of nature conservation
on the territory of Slovenia*

SUPLEMENT/SUPPLEMENTO/SUPPLEMENT

**KAZALO LETNIKOV 11–20
INDICE DELLE ANNATE 11–20
INDEX TO VOLUMES 11–20**

Peter Čerče, Tilen Glavina

BIBLIOGRAFIJA 1
BIBLIOGRAFIA
BIBLIOGRAPHY

Izvirni znanstveni članki 2
Articoli scientifici originali
Original scientific articles

Pregledni znanstveni članki 18
Rassegne scientifiche
Review articles

Kratki znanstveni članki 20
Articoli scientifici brevi
Short articles

Strokovni članki 23
Articoli professionali
Professional articles

Strokovni prispevki na konferenci 24
Contributi scientifici a conferenze
Published professional conference contributions

Povzetki strokovnih prispevkov na konferenci 24
Riassunti di contributi scientifici a conferenze
*Published professional conference contribution
abstracts*

Bibliografije 25
Bibliografie
Bibliographies

Poročila in ocene 25
Relazioni e recensioni
Reports and reviews

In memoriam, obletnice 26
In memoriam, anniversari
In memoriam, anniversaries

Delo naših zavodov in društev 27
Attività dei nostri istituti e delle nostre società
Activities by our institutions and associations

IMENSKO KAZALO 28
INDICE PER AUTORE
INDEX OF AUTHORS

RAZVRSTITEV PO UNIVERZALNI DECIMALNI
KLASIFIKACIJI (UDK) 32
*INDICE IN BASE ALLA CLASSIFICAZIONE
DECIMALE UNIVERSALE (CDU)*
UNIVERSAL DECIMAL CLASSIFICATION (UDC)

Spoštovani bralci,

Za nami je prvih dvajset letnikov znanstvene revije *Annales*. Znanstvena revija, ki je na začetku pokrivala predvsem prostor sredozemske Slovenije z bližnjo okolico in univerzalno znanost tega prostora, je prerasla v znanstveni časopis s sredozemsko razsežnostjo. V četrtem letniku sta se iz Analov porodili sestri dvojčici, humanistično-sociološka revija in naravoslovna revija, ki sta krenili vsaka svojo pot. Naravoslovni *Anali* so danes sodobna sredozemska znanstvena revija, ki pokriva različne aspekte naravoslovnih ved. Čeprav so se pojavljale razne pobude po specializaciji revije v ožje znanstvene discipline, je zasnova vseskozi ostala nespremenjena in ohranjala karseda univerzalni in široki naravoslovni aspekt.

Če bi v teh dvajsetih letih poskušali izpostaviti tematike, ki so bile najpogostejše objavljene, bi gotovo prednjačili prispevki o morskih psih in drugih hrustančnicah. Na svetu je malo znanstvenih revij, ki bi v zadnjih dvajsetih letih publicirale toliko znanstvenih prispevkov o hrustančnicah. Objave o zloglasnem belem morskem volku, članki o zelo redkih vrstah, kot je bodičasti morski pes, ki so ga fotografirali na več kot 1200 m globine, historični in recentni pregledi pojavljanja morskih psov v turških morjih, ob francoskih obalah, v Jadranskem morju in še kje; marsikateri urednik bi si jih zagotovo želel objaviti v svoji reviji.

Veliko je tudi prispevkov o ekologiji morskih organizmov ter o flori in vegetaciji v sredozemski regiji. Dobro je zastopan tudi kopenski del, kjer prednjačijo predvsem prispevki o žuželkah. Od nebioloških vsebin je potrebno vsaj v prvem desetletju omeniti mnoge znanstvene prispevke o krasoslovju. Veliko znanstvenih prispevkov je obravnavalo tudi vsebine, povezane z oljkarstvom. Ne nazadnje je treba omeniti tematske sklope, ki obravnavajo aktualne probleme, s katerimi se sooča Sredozemsko morje, in sicer problem širjenja tujerodnih vrst in problem tropikalizacije.

Ti prispevki so zbrani v posameznih sklopih, ki pa se bolj ali manj stalno pojavljajo skozi celotno obdobje dvajsetih let.

In kdo so avtorji, ki objavljajo v *Annales*? Prihajajo iz velike večine sredozemskih držav, pri čemer prednjačijo poleg Slovencev, Italijanov in Hrvatov še Francozi, Tunizijci in Turki. Delež slovenskih prispevkov je bil v začetnih letnikih večji, čeprav so tudi takrat prevladovali prispevki v angleškem jeziku. V drugem desetletju je slovenskih prispevkov komajda kaj, žal pa upada tudi število prispevkov slovenskih avtorjev. Razloge gre iskati v kriterijih ARRS za vrednotenje objav, ki favorizirajo revije s faktorjem vpliva in ga kljub prizadevanjem še nismo uspeli pridobiti. To vsekakor ostaja naš izziv za prihodnost, še večji pa ohranjati kvaliteto revije po kateri bodo posegali zainteresirani bralci. Znanost je v osnovi univerzalna in apolitična, zato je najbolj pomembno, da revija prispeva svoj delež v mozaik sredozemske znanosti in k ohranjanju tega enkratnega biotopa. To je bil naš pglavitni motiv zadnjih dvajsetih let in bo naš motiv tudi v prihodnje!

Lovrenc Lipej & Darko Darovec

Dear readers,

We already have two successful decades worth of volumes of the scientific journal *Annales* behind us. The journal, which in the beginning focused only on the Mediterranean part of Slovenia and the surroundings, with the universal science of this area, developed into a scientific publication with a Mediterranean dimension. In its 4th year, *Annales* was divided into the journal for humanities and sociology and the journal for natural sciences, each developing in its own direction. The *Annales Series Historia Naturalis* is nowadays a modern Mediterranean scientific journal, covering various aspects of natural sciences. Despite some suggestions to focus on more specialized scientific disciplines, the journal's concept stayed the same in covering aspects of natural science as universally and widely as possible.

If we focus on the topics, most often studied in the first two decades, we should mention the articles on sharks and other elasmobranchs. There are only a few scientific journals in the world that in the course of the last twenty years published so many articles on this topic. Many editors would be happy to publish articles on the white shark, on rare species like spiny sharks, photographed at the depth of more than 1200 m, historical and recent overviews of shark occurrence in Turkish waters, off the French coast, in the Adriatic Sea and elsewhere.

We have published numerous articles on the ecology of marine organisms, on flora and vegetation in the Mediterranean and articles dealing with terrestrial habitats, mostly focusing on insects. Among the non-biological topics, we should at least for the first decade mention numerous scientific texts on karstology, also olive growing was well covered. Last but not least, there are thematic sets that deal with current issues of the Mediterranean Sea, namely the problem of the expansion of alien species and the tropicalization. All the articles are organized into different sections, more or less constant throughout the two decades of publishing.

And who are the authors who publish their work in the *Annales*? They come from most Mediterranean countries; apart from the Slovenians, Italians and Croats, there are numerous French, Tunisians and Turks. In the beginning, the number of Slovenian articles was higher, even though the majority of texts were in English. In the second decade, there are hardly any Slovenian articles, and unfortunately also less and less articles by Slovenian authors. The reason for this is the Slovenian Research Agency's evaluation methodology for publications, favouring journals with impact factor, which *Annales* despite its efforts hasn't yet received. This definitely presents a challenge for the future. In addition to this we have the challenge of maintaining the level of quality for our interested readers. Science in its core is universal and apolitical, therefore the most important thing is for the journal to contribute its share to the Mediterranean sciences and to the preservation of this unique biotope. This was our main motivation in the last twenty years and it will stay so in the future!

Lovrenc Lipej & Darko Darovec

Original scientific article
Received: 2010-11-12

UDC 594.35:574.9(262)

NEW RECORDS OF INDO-PACIFIC AND ATLANTIC MOLLUSC SPECIES (OPISTHOBRANCHIA) IN THE EASTERN MEDITERRANEAN AND ADRIATIC SEA

Tom TURK

Department of Biology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111, Slovenia
E-mail: tom.turk@bf.uni-lj.si

Borut FURLAN

SI-1000 Ljubljana, Rudnik II/14, Slovenia

ABSTRACT

We report on three Indo-Pacific opisthobranch species found during scuba diving along the south-western coast of Turkey in Kas area. One species, a nudibranch *Spurilla major* is a new addition to the alien marine fauna in the Mediterranean Sea, while sacoglossan slug *Oxynoe viridis* and nudibranch *Flabellina rubrolineata* have already been found in that area. However, *O. viridis* has not yet been included in the CIESM Atlas of Exotic Molluscs. We also report on the first record of Atlantic subtropical mollusc species, *Chelidonura africana* and a circumtropical species of a sea hare, *Aplysia dactylomela* found in the aquatory of the Island of Sušac in the Southern Adriatic Sea, Croatia. Finally, we report on an unusual aggregation of a well established lessepsian migrant *Bursatella leachii* in Strunjan salterns, Slovenia.

Key words: opisthobranch molluscs, lessepsian migrants, Turkey, Adriatic Sea

NUOVE SEGNALAZIONI DI MOLLUSCHI INDO-PACIFICI E ATLANTICI (OPISTHOBRANCHIA) NEL MEDITERRANEO ORIENTALE E NEL MARE ADRIATICO

SINTESI

Gli autori riportano la presenza di tre specie indo-pacifiche di opistobranchi, avvistate durante immersioni lungo la costa sud-occidentale della Turchia, nell'area di Kas. Una specie di nudibranchi, *Spurilla major*, viene così ad aggiungersi alla lista della fauna marina aliena del mare Mediterraneo, mentre il sacoglossa *Oxynoe viridis* ed il nudibranch *Flabellina rubrolineata* erano già stati segnalati per quest'area. In ogni caso, la specie *O. viridis* non è stata ancora inserita nell'Atlante dei Molluschi Esotici della CIESM. L'articolo segnala pure il primo ritrovamento di una specie subtropicale atlantica, *Chelidonura africana*, e di una specie circumtropicale di anaspidei, *Aplysia dactylomela*, segnalate per le acque dell'isola di Sušac, nell'Adriatico meridionale, in Croazia. Gli autori infine discutono l'inusuale aggregazione dell'immigrante lessepsiano *Bursatella leachii*, ben stabilita nelle saline di Strunjan, in Slovenia.

Parole chiave: molluschi opistobranchi, immigranti lessepsiani, Turchia, mare Adriatico

INTRODUCTION

The migration of new species from warmer neighbouring areas to the Mediterranean Sea is a steady process which started with the opening of the Suez Canal. The opened connection between the Red Sea and the Mediterranean Sea slowly enabled some of the Red Sea (Indo-Pacific) species to migrate north into the Eastern Mediterranean basin. These organisms are so called lessepsian species named after the developer of the Suez Canal Ferdinand de Lesseps.

The process has recently been speeded up by global warming which enhances the survival of subtropical and tropical species in the already warm Eastern Mediterranean and particularly in the Levantine basin which is an entry port for the species migrating from the Red Sea. Warming of the Mediterranean as a whole also enables faster spreading of newcomers further to its northern and western parts. Similar process is taking place at the opposite end, where subtropical Atlantic species are entering the Western Mediterranean through the Strait of Gibraltar. However, the migration and spreading of these organisms to the east seems to be much slower compared to those entering through the Suez Canal.

According to the last data listed in CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean (2009 for fish, 2008 for crustaceans, and 2005 for molluscs) (www.ciesm.org/online/atlas/index.htm), the immigrants from the Red Sea, the Indian Ocean or the tropical Pacific prevail by wide margins over those entering the Mediterranean Sea from the temperate, subtropical or tropical Atlantic in all studied groups. The most extreme disproportion is found within the exotic molluscs where only one species originates from the tropical Atlantic as compared to 135 species that originate from the Indo-Pacific area.

In this paper we report on the observation of the Indo-Pacific immigrant *Spurilla major*, a new species for the Mediterranean Sea, and two species already recorded at few spots along the south-western coast of Turkey, *Flabellina rubrolineata* and *Oxynoe viridis*. We also report on the first record of the Atlanto-Mediterranean species *Chelidonura africana* in the Adriatic Sea and on the first record of circumtropical sea hare species *Aplysia dactylomela* in the same aquatory. At the last update of CIESM Atlas of Exotic Molluscs, three opisthobranch species *S. major*, *O. viridis* and *A. dactylomela* have not yet been included in the atlas. Finally, we also report on an unusual aggregation of a well established lessepsian immigrant *Bursatella leachii* in the salterns of Strunjan, Slovenia.

MATERIALS AND METHODS

New records of opisthobranch molluscs were obtained during scuba diving in Turkey (Kas) and Croatia (the Island of Sušac). Identification was done according

to the taken UW pictures by visual comparison of depicted animals in the Sea Slug forum database. They were also identified by the help of Dr Bill Rudman from Australian Museum of National History, Sydney, Australia.

RESULTS AND DISCUSSION

NUDIBRANCHIA

Aeolidiidae

Spurilla major (Eliot, 1903)

This species is distributed through the Indo-West Pacific and this is the first reported record of the species in the Mediterranean Sea. The picture was taken during a scuba dive at the end of October 2007 near Kas (Turkey). The specimen was found on a wreck at the depth of about 25 m close to the sea anemone *Alicia mirabilis*. The surrounding bottom was sandy. The length of the slug was about 4 cm. *S. major* belongs to the Aeolidiidae family; its members are known to feed on sea anemones and sequester their nematocysts and zooxanthellae (Rudman, 2008). This species has been reported to keep live zooxanthellae in its body and is usually dark brown. However, a bright variant of this species was described by Eliot as a variation »ornata«. It seems that this is the case of the recorded specimen, which is bright probably due to the lack of zooxanthellae in its tissues. This may also reflect the lack of proper food. In the ceras just behind the rinophores, a dull brown ducts with short branches are visible. These are more or less empty digestive glands and their shortened side branches indicate the animal had not fed on sea anemones harbouring zooxanthellae for a while. The location of the slug near the sea anemone might be a sign of the slug seeking for appropriate food not easily found in the new environment. *S. major* is considered rare also in the Red Sea and the specimens from the Red Sea show the same type of coloration as compared to those from the Mediterranean Sea. This links both populations, reveals the probable Red Sea origin of the Mediterranean population and points to the similar diet of these slugs in both seas.

NUDIBRANCHIA

Flabellinidae

Flabellina rubrolineata (O'Donoghue, 1929)

First record of the Indo-Pacific species *F. rubrolineata* in the Mediterranean Sea dates from 1988 in the aquatory of Aschelon, Israel (Gat, 1993). Since then several isolated records of this species have been obtained, mainly from Israel (Elayani, 2008) and the southern coast of Turkey (Yokes, 2001; Buyukbaykal, 2003; Bejjes, 2008). The reported specimens measured from 1.5 to 4 cm and were found at the depth from 5 to 30 m. We report on the specimen found in the area of Kas (Turkey). The specimen measured about 4 cm in length

and was crawling and possibly feeding on hydrozoans colony at the depth of 10 m. Recent observations show that *F. rubrolineata* is obviously a well established species with small but stable population in the southwestern Turkey. Mating and spawning were reported from localities near Bogzak and Antalya (Yokes, 2002a; Cox, 2007). *F. rubrolineata* obviously feeds on hydrozoans colonies *Eudedrium* sp. and *Halocordyle* sp. (Yokes, 2002a).

SACOGLOSSA

Oxynoidae

Oxynoe viridis (Pease, 1861)

The sacoglossan sea slug *Oxynoe viridis* was already reported in Antalya (Turkey) as the newest lessepsian addition to the Mediterranean fauna (Yokes & Rudman, 2004), but it has not yet been listed in the CIESM Atlas of Exotic Molluscs. We report on several *O. viridis* specimens that were found in October 2007 near Kas (Turkey) at the depth of about 25 m. They measured more than 5 cm and were crawling on the sea bottom overgrown with alien alga *Caulerpa racemosa*. The snails were obviously feeding on the alga which is their favourite food. They were also reported to feed on the Mediterranean native species *C. prolifera* (Yokes, 2002b). The coloration of the Mediterranean population of *O. viridis* is typical for snails found in the western Indian Ocean (*i.e.*, Somalia, the Red Sea). They are greenish yellow with bright blue spots over the entire body. The fact that *O. viridis* feeds on invasive *Caulerpa* makes this slug interesting for biological control of the invasive *Caulerpa* species in the Mediterranean Sea. However, we have to be aware that previous attempts to control the spreading of a related alga *C. taxifolia* by means of biological control using sea slugs failed and actually helped in spreading the alga (Žuljević et al., 2001).

CEPHALASPIDEA

Aglajidae

Chelidonura africana Pruvot-Fol, 1953

This little known Atlantic cephalaspidean species was also described under the synonym *C. italica* for juvenile specimens from the Tyrrhenian Sea (Sordi, 1980; Martinez et al., 2002). The specimens from Florida, the Bahamas and the Caribbean described under the names *C. berolina* or *C. cubana* might also belong to *C. africana* (Rudman, 2004). *C. africana* is a small slug measuring about 1–2 cm. In the Mediterranean it seems to be more common in the Alboran Sea close to the strait of Gibraltar which points to its Atlantic origin. We report on the first record of *C. africana* in the Adriatic Sea, so far also its easternmost Mediterranean location. In July 2006, a 1 cm long slug was spotted during a scuba dive off the island of Sušac (Croatia), on the coralline bottom at the depth of about 15 m. Its coloration was very similar to the one originally described by Pruvot-Fol

(1953) for the specimen from the Atlantic coast of Morocco. Hardly anything is known about the biology and ecology of this elusive species. As all aglajids, it probably preys on other molluscs or polychaets.

ANASPIDEA

Aplysiidae

Aplysia dactylomela Rang, 1828

The distribution of this species is circumglobal and it can be found in tropical and warm temperate waters. The first Mediterranean record (2002) of this species comes from the Island of Lampedusa which is located in the central area of the Mediterranean Sea (Trainito, 2003). All later records are from the eastern part, mainly from various locations in Turkey, Greece and Cyprus (Cooke, 2005; David, 2005; Sterniuk-Gronek, 2005; Çinar et al., 2006; Yokes, 2006). However, judged from the coloration of the recorded specimens they are more similar to those from the Atlantic Ocean than those from the Indo-Pacific. On the other hand, the fact that this is a large species (up to 25 cm) inhabiting shallow waters, its entrance through the Strait of Gibraltar would hardly be overlooked. At present it is not clear what is the origin of its migration to the Mediterranean, therefore *A. dactylomela* could be a lessepsian or/and an Atlantic immigrant. The species has not yet been listed in the CIESM Atlas of Exotic Molluscs. We report on the first record of *A. dactylomela* in the Adriatic Sea which is at present also its most northern Mediterranean location. The picture of this slug was taken in summer 2006 during a scuba dive off the shore of the island of Sušac (Croatia), at the depth of about 10 m. The rocky bottom, where the slug was found, was overgrown with alien alga *Caulerpa racemosa*. The snail was crawling amidst the *C. racemosa*, but there was no evidence of feeding on them. *A. dactylomela* are known to feed on different algae and in the Mediterranean it was reported to graze on red alga *Laurencia* sp. (Yokes, 2006).

ANASPIDEA

Aplysiidae

Bursatella leachii De Blainville, 1817

This species is one of the first lessepsian invertebrate migrants recorded in the Mediterranean Sea. The very first record dates from Palestine (O'Donoghue & White, 1940). Today, this species has well established populations from Levantine coasts up to large parts of Turkish and Greek coastlines, Sicily, Southern Italy and Tunis and is obviously successfully spreading further to the west and north. At present its westernmost location is the north-eastern coast of Spain (Weitzmann, 2010), and at its northernmost distribution it could be found in the Venetian lagoons (CIESM Atlas of Exotic Molluscs). In the northern Adriatic *B. leachii* has previously been reported from the Gulf of Trieste area (Aurisina) (Jaklin & Vio, 1989) and from Slovenian coast where individual



Fig. 1 / Sl. 1: *Spurilla major* (Kas, Turkey) / (Kas, Turčija).



Fig. 2 / Sl. 2: *Flabellina rubrolineata* (Kas, Turkey) / (Kas, Turčija).



Fig. 3 / Sl. 3: *Oxynoe viridis* (Kas, Turkey) / (Kas, Turčija).



Fig. 4 / Sl. 4: *Chelidonura africana* (the island of Sušac, Croatia) / (otok Sušac, Hrvatska).



Fig. 5 / Sl. 5: *Aplysia dactylomela* (the island of Sušac, Croatia) / (otok Sušac, Hrvatska).



Fig. 6 / Sl. 6: *Bursatella leachii* (Strunjan salterns, Slovenia) / (Strunjanske soline, Slovenija).

sightings have been reported on several occasions since the first record in 2001. Larger aggregations of this species have been reported in Strunjan salterns by Lipej *et al.* (2008). In this paper, a winter record of *B. leachii* was also reported, which indicates that *B. leachii* is now adapted to survive even harsh winter conditions in the Gulf of Trieste, where sea water temperature during winter often drops below 10° C.

When a tropical species is exposed to such extreme conditions, the survival strategy obviously includes behaviour adaptations reported in the present article. In early autumn (7 October 2007), a large number of *B. leachii* was observed and photographed in the salterns basins in Strunjan (Slovenia). A large group of individuals aggregated there probably seeking shallow water which was warmer than open sea water. However, other factors cannot be excluded, *i.e.*, temporary availability of certain food that attracted larger number of individuals or even a mating behaviour although egg strings were not observed in the reported location.

CONCLUSION

Among newcomers, Opisthobranch molluscs are not very common migrants into the Mediterranean Sea. The CIESM Atlas of Exotic Molluscs lists only 21 such species and only 7 of those have well established population, mostly in the Levantine basin. The rest are rare and have been so far found only in one or few locations. We can speculate that the reason for a relatively small number of immigrant species within the opisthobranch molluscs is due to their picky eating preferences. Many opisthobranch molluscs rely on specific food which cannot be found in the new environment, therefore only those with more generalistic feeding habits may find suitable food, survive and establish new and stable populations. Nevertheless, new species of opisthobranch molluscs have been discovered recently, and new locations and larger populations of already recorded alien species have been confirmed. Our paper is a small contribution to the knowledge of new and alien species of opisthobranch fauna in the Mediterranean Sea.

NOVI PODATKI O INDO-PACIFIŠKIH IN ATLANTSKIH VRSTAH ZAŠKRGARJEV (OPISTHOBRANCHIA) V VZHODNEM SREDOZEMLJU IN JADRANSKEM MORJU

Tom TURK

Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
E-mail: tom.turk@bf.uni-lj.si

Borut FURLAN

SI-1000 Ljubljana, Rudnik II/14

POVZETEK

Avtor poroča o treh indo-pacifiških vrstah zaškrigarjev, najdenih med potapljanjem ob jugozahodni obali Turčije, v predelu Kas. Ena od vrst, gološkrigar *Spurilla major*, predstavlja novo tujerodno morsko vrsto v Sredozemskem morju, medtem ko sta bila zeleni strgalec *Oxynoe viridis* in gološkrigar *Flabellina rubrolineata* že opažena na tem območju, čeprav zeleni strgalec *Oxynoe viridis* še ni vpisan v CIESM Atlas eksotičnih vrst mehkužcev. Članek posreduje tudi prve podatke o atlantski subtropski vrsti mehkužca *Chelidonura africana* in pegastem morskem zajčku *Aplysia dactylomela*, najdenih v akvatoriju otoka Sušca v južnem Jadranskem morju, Hrvaška. Poročilo vsebuje tudi opis nenavadne združbe že uveljavljene lesepske selivke *Bursatella leachii* v Strunjanskih solinah, Slovenija.

Ključne besede: zaškrigarji, lesepske selivke, Turčija, Jadransko morje

REFERENCES

- Beijes, E. (2008):** *Flabellina rubrolineata* from Turkey coast. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find/21938>
- Buyukbaykal, F. (2003):** *Flabellina rubrolineata* from Turkey. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find/10920>
- Çinar, M. E, M. Bilecenoglu, B. Öztürk & A. Can (2006):** New records of alien species on the Levantine coast of Turkey. *Aquatic Invasions*, 1, 84–90.
- Cooke, S. (2005):** *Aplysia dactylomela* from Cyprus. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find.cfm?id=15021>
- Cox, C. (2007):** *Flabellina rubrolineata* from Turkey. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find/20974>
- David, A. (2005):** Another record of *Aplysia dactylomela* from Greece. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find.cfm?id=14517>
- Elayani, J. (2008):** *Flabellina rubrolineata* from the Mediterranean. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find/19042>
- Gat, G. (1993):** *Flabellina rubrolineata* (O'Donoghue) and *Phidiana indica* (Bergh) (Nudibranchia: Aeolidioidae), two new Lessepsian immigrants in the Eastern Mediterranean. *J. Mollus. Stud.*, 59, 120.
- Jaklin, A. & Vio E. (1989):** *Bursatella leachii* (Gastropoda, Opisthobranchia) in the Adriatic Sea. *J. Mollus. Stud.*, 55, 419–420.
- Lipej, L., Ž. Dobrajc, B. Mavrič, S. Šamu & S. Alajbegovič (2008):** Opisthobranch molluscs (Mollusca: Gastropoda) from Slovenian coastal waters (Northern Adriatic). *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 18(2), 213–226.
- Martinez, E., M. A. E. Malaquias & J. L. Cervera (2002):** *Chelidonura africana* Pruvot-Fol, 1953 (Mollusca, Gastropoda): proposed designation of a neotype. *J. Conchology*, 37, 349–354.
- O'Donoghue, C. H. & K. M. White (1940):** A collection of marine molluscs, mainly opisthobranchs, from Palestine. *Proc. malac. Soc. Lond.*, 24, 92–96.
- Pruvot-Fol, A. (1953):** Etude de quelques opisthobranches de la cote Atlantique du Maroc et du Senegal. *Travaux de l'Institut Scientifique Cherifien, Zoologie*, 5, 1–105. (Pls. 1–3)
- Rudman, W. B. (2004):** *Chelidonura berolina* = *C. africana* [2]. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find/12457>
- Rudman, W. B. (2008):** Comment on *Spurilla major* from Turkey by Tom Turk. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find/21174>
- Sordi, M. (1980):** Una nuova specie di Aglajidae (Gastropoda: Opisthobranchia) vivente nel mar Tirreno: *Chelidonura italica* Sordi. *Atti Soc. tosc. Sci. nat. Mem. Seria B*, 87, 285–297.
- Sterniuk-Gronek, L. (2005):** *Aplysia dactylomela* from Greece. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find.cfm?id=14287>
- Trainito, E. (2003):** Arlecchini mediterranei. Guida ai molluschi opistobranchi del Mediterraneo. [Mediterranean harlequins. A Field Guide to Mediterranean Sea Slugs]. Taphros, Olbia, 58 p.
- Weitzmann, B. (2010):** *Bursatella leachii* in northeastern Spain. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find/23128>
- Yokes, B. (2001):** *Flabellina rubrolineata*? from Turkey. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find/5152>
- Yokes, B. (2002a):** Recent news on *Flabellina rubrolineata* from Turkey. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find/8005>
- Yokes, B. (2002b):** *Oxynoe viridis*? from Turkey. [Message in] Sea Slug Forum. Australian Museum, Sydney. Available from <http://www.seaslugforum.net/find/6935>
- Yokes, M. B. (2006):** *Aplysia dactylomela*: an alien opisthobranch in the Mediterranean. *JMBA2–Biodiversity Records*, <http://www.mba.ac.uk/jmba/jmba2biodiversityrecords.php>
- Yokes, M. B. & W. B. Rudman (2004):** Lessepsian opisthobranch from southwestern coast of Turkey; five new records for Mediterranean. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 37, pp. 557.
- Žuljević, A., T. Thibaut, H. Elloukal & A. Meinesz, (2001):** Sea slug disperses the invasive *Caulerpa taxifolia*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 81, 343–344.

Original scientific article
Received: 2010-11-08

UDC 574.5:597.2/.5(262.3-18)

HIGH DIVERSITY AND SENSITIVITY TO COASTAL DEVELOPMENT OF FISH AND INVERTEBRATES OF THE NOVIGRAD AND KARIN SEAS: A METACOMMUNITY STUDY IN THE NORTHERN ADRIATIC, CROATIA

Claudia KRUSCHEL, Stewart T. SCHULTZ & Julia STIEFEL

University of Zadar, Department of Maritime Sciences, HR-23000 Zadar, M. Pavlinovića bb, Croatia

E-mail: ckrusche@unizd.hr

ABSTRACT

Demersal fish and benthic macroinvertebrates were censused in spring 2009 in six embayments and one open Adriatic shallow water location. Relative faunal abundance and species richness, diversity, and evenness were calculated and compared across bays and across natural and developed coastline within bays. We found that the faunal communities of the most enclosed bays, the Novigrad Sea and the Karin Sea, (1) exhibit significantly higher fish richness and faunal diversities than any of the other bays, (2) were the most dissimilar from the open Adriatic community, (3) experienced significant reductions in biodiversity at developed compared to natural coastlines and (4) harbor two threatened fish species and highest densities of juvenile fish. Their diversity, uniqueness, and sensitivity to development make the Novigrad and Karin seas candidates for legal protection.

Key words: metacommunity, faunal diversity, visual census, Adriatic embayments, coastal development

ALTA DIVERSITÀ E SENSIBILITÀ ALLO SVILUPPO COSTIERO DI PESCI ED INVERTEBRATI DEL MARE DI NOVIGRAD E KARIN: STUDIO SULLE METACOMUNITÀ DELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE, CROAZIA

SINTESI

Il censimento dei pesci demersali e dei macroinvertebrati bentonici è stato eseguito nella primavera del 2009 in sei baie e una località di acque basse aperte dell'Adriatico. L'abbondanza faunistica relativa, la ricchezza di specie, la diversità e l'uniformità sono state calcolate al fine di confrontare le diverse baie, alcune con la linea di costa naturale altre invece soggette a cambiamenti antropogenici. I risultati evidenziano che le comunità faunistiche delle baie semichiusate nel mare di Novigrad e Karin (1) presentano una ricchezza di specie ittiche e una diversità faunistica significativamente più alta rispetto alle altre baie, (2) presentano le più alte differenze con le comunità di acque aperte dell'Adriatico, (3) hanno subito significative riduzioni nella biodiversità nei tratti di costa modificata rispetto ai tratti di costa naturale, e per finire (4) ospitano due specie ittiche minacciate e alte densità di stadi ittici giovanili. La loro diversità, l'unicità e la sensibilità allo sviluppo costiero rendono le baie di Novigrad e Karin idonee per la protezione legale.

Parole chiave: metacomunità, diversità faunistica, visual census, baie dell'Adriatico, sviluppo costiero

INTRODUCTION

Regional vs. local factors influencing bay diversity

Within a system of connected and partially enclosed coastal embayments, faunal community structure is determined by local and regional processes (Caley & Schluter, 1997). The latter affect the likelihood of available species dispersing into a bay, and include interactions with biotic and abiotic landscape variables and individual species' traits, both of which affect the potential of species dispersal and migration (Harrison & Cornell, 2008). Local processes affect the likelihood of arriving species establishment within a bay, and include interactions with the local biotic and abiotic environments (Hillebrand & Blenckner, 2002).

Local and regional processes can interact (Hiltunen *et al.*, 2006). Regional processes can strongly depend on each bay's hydrological connectivity and degree of enclosure and on its distance from the primary species source (Bouvier *et al.*, 2009). Local processes are driven by abiotic variables, including salinity and temperature, diversity and complexity of habitats, and faunal interactions (predation, competition, parasitism, and facilitation), which can differ even within a bay.

If hydrological connectivity (distance and level of enclosure) with the primary species pool dominates community assembly, one would expect open bays to be richer in species than enclosed bays, and that bays closer to the source are richer than those farther away. Furthermore, in the absence of strong species interactions or in unsaturated communities, species with the highest dispersal and reproductive potential will tend to dominate the community, resulting in low evenness and thereby in potentially low diversity despite high richness (Mouillot, 2007). Conversely, if local interactions and species sorting by niche partitioning are dominant, then bays with the most diverse abiotic conditions (e.g., spatial salinity range) and the highest habitat diversity should exhibit the highest richness/diversity (Mouillot, 2007).

In practice, the relative importance of regional versus local processes might differ from bay to bay. For instance, the diversity within hydrologically well-connected and open bays similar in abiotic conditions may be primarily driven by regional processes while the diversity of more isolated or enclosed bays, or those with higher habitat diversity, may be set primarily by the outcomes of local interactions (de Macedo-Soares *et al.*, 2010).

Sensitivity to coastal development

Bays that are open and well connected to a regional species pool and diversity of which is primarily regulated by regional factors, such as dispersal and hydro-

logical connectivity, are likely to be less prone to reductions in richness as a result of coastal development. Here, species lost through the negative effects of development are likely to be replaced, perhaps quickly, by new arrivals (the dominance of dispersal over local processes is termed its »mass effect«; Mouillot, 2007). Development-related stress may instead affect primarily the equilibrium relative abundance of species, based on the balance between their tolerance and speed of dispersal rescue (Uchida & Inoue, 2010), and this balance in turn affects species evenness and thereby faunal diversity.

Bays housing saturated communities that are enclosed and poorly connected to the species pool are expected to experience larger reductions in richness due to anthropogenic disturbances, as taxa lost are not easily replaced from the species source and any species loss will have a relatively large effect due to interactions within the community. Furthermore, coastal development often reduces habitat diversity and causes abiotic changes within water and sediment, both of which can have profound effects on species diversity in locally-controlled locations.

Study design and predictions

Demersal fish and benthic macroinvertebrates were censused in spring 2009 in six Adriatic embayments and at one outer-coast shallow water location representing a gradient in hydrological connectivity, distance from the marine species pool, and in level of enclosure. Relative faunal abundance and species richness, diversity, and evenness were calculated and compared across bays and across natural and developed coastlines within each bay.

We predicted that (1) faunal richness is higher in hydrologically well connected, open bays which are more frequently reached by marine species from the source location; (2) species uniqueness and evenness is higher in enclosed and less hydrologically connected bays as they may be more influenced by local interactions, »species sorting«, than by species arrival from the marine source location; and (3) faunal communities of enclosed bays exhibit the highest diversity reductions in developed relative to natural coastlines.

MATERIAL AND METHODS**Study area and sample locations**

The study area included seven shallow water bodies (»locations«) in the northern Adriatic, Zadar region of Croatia (Fig. 1). Within each location a natural coastline site and the nearest developed coastline site, in all cases a marina with seawall, were selected for detailed study, resulting in total of fourteen study sites.

Tab. 1: Hydrological distance of the six embayment locations from the open Adriatic location and their level of enclosure.**Tab. 1: Oddaljenost šestih zalivov od lokacije na odprtem morju v Jadranu in opis optosti/zaprтости zaliva.**

	Nin Bay	Ljubac Bay	Miocic Bay	Rovanjska Bay	Novigrad Sea	Karin Sea
Distance from Privlaka (km)	9	18	18	40	46	52
Level of enclosure	open	open	open	open	enclosed	enclosed

The six embayments, Nin Bay, Ljubac Bay, Miocic Bay, Rovanjaska Bay, Novigrad Sea, and Karin Sea differed in their hydrological connectivity to the open Adriatic location (Privlaka) and in their degree of enclosure (Tab. 1, Fig. 1).

Visual census transects

Fish and invertebrates large enough to be detectable by naked eye were censused along SCUBA 2-m belt transects without disturbing the habitat (Nagelkerken *et al.*, 2000; Horinouchi *et al.*, 2005, Schultz *et al.*, 2009). All individuals of all taxa were recorded but for the pre-

sented calculations of relative abundance, diversity, and evenness, and for statistical analyses, observational units called »groups« were used, defined as one or more individuals of the same species occurring in close spatial proximity and observed at the same instant (Kruschel & Schultz, 2010). Transects were followed at a steady speed of approximately 0.3 m/sec. Transects started and ended at the shore and were comprised of two linear paths forming an open triangle with the tip at 6 m depth. Due to differences in slope and coastline shape at the 14 locations under investigation, transect lengths ranged from 450 m to 1400 m.

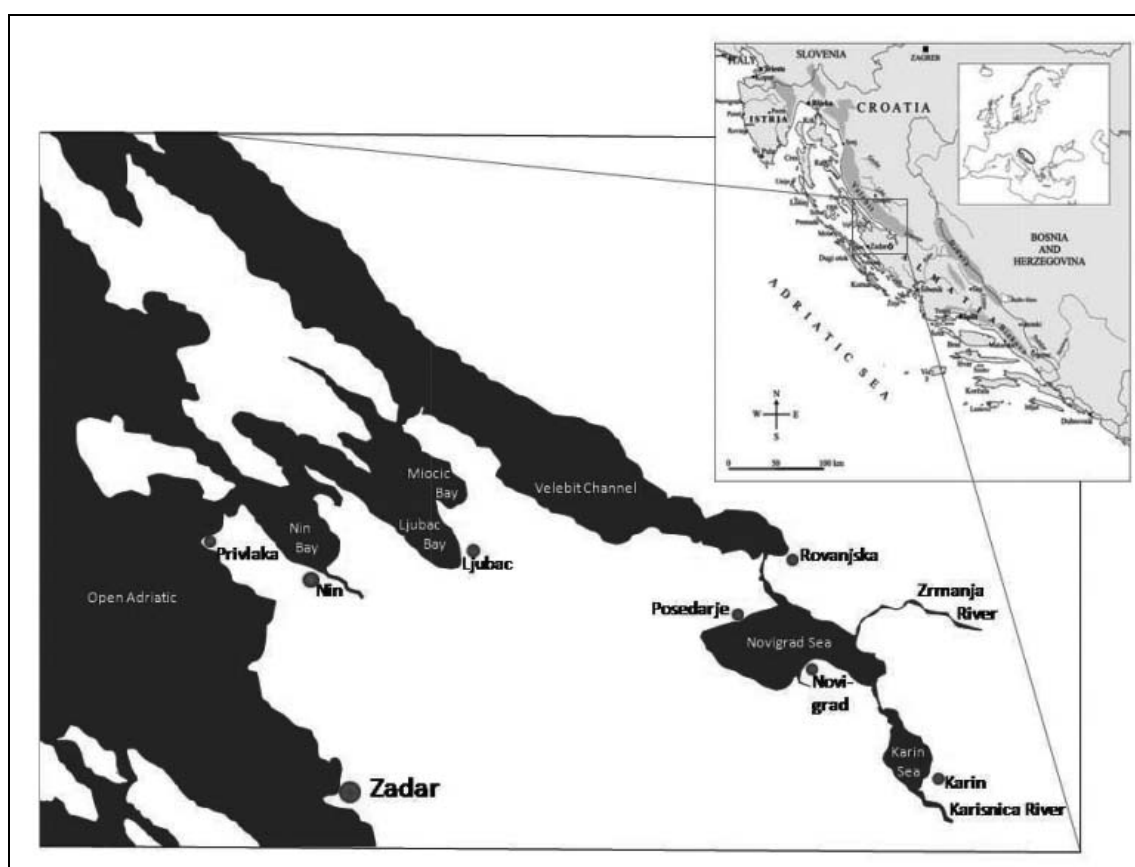


Fig. 1: Approximate location of the seven study locations in the northern Adriatic, Croatia (Zadar area).
Sl. 1: Približna lokacija sedmih obravnavanih območij v severnem Jadranu, Hrvaška (področje Zadra).

Tab. 2: List of 85 taxa identifiable to some taxonomic level below animal order and indication for their presence in the seven study locations. Legend: K = Karin Sea, L = Ljubac, M = Miocic, Ni = Nin, No = Novigrad Sea, P = Privlaka, R = Rovanjaska.

Tab. 2: Seznam 85 taksonov, identificiranih na eni od taksonomskih stopenj pod/nizji od živalskim redom in z označbo prisotnosti na sedmih obravnavanih lokacijah. Legenda: K = Karinsko morje, L = Ljubac, M = Miocic, Ni = Nin, No = Novigrajsko morje, P = Privlaka, R = Rovanjaska.

Taxa	Location	Taxa	Location
Porifera		Echinodermata	
<i>Anchinoe tenacior</i>	Ni	<i>Antedon mediterranea</i>	P
<i>Aplysina aerophoba</i>	MNiP	<i>Arbacia lixula</i>	LP
<i>Axinella</i> spp.	L	<i>Astropecten aranciaca</i>	R
<i>Chondrilla nucula</i>	MP	<i>Holothuria forskali</i>	P
<i>Chondrosia</i> spp.	P	<i>Holothuria tubulosa</i>	RMLNiP
<i>Suberites domuncula</i>	Ni	<i>Marthasterias glacialis</i>	R
unidentified sponges	RMLNiP	<i>Ocnus planci</i>	LNiP
Cnidaria		<i>Paracentrotus lividus</i>	MP
<i>Adamsia palliata</i>	RL	<i>Sphaerechinus granulosus</i>	P
<i>Andresia partenopea</i>	R	Tunicata	
<i>Anemona viridis</i>	NoRLNi	<i>Clavelina</i> spp.	P
<i>Balanophyllia europaea</i>	L	<i>Phallusia mammillata</i>	MLNiP
<i>Calliactis parasitica</i>	RMNiP	Teleostei	
<i>Cerianthus membranaceus</i>	KNoP	<i>Anguilla anguilla</i>	KNo
<i>Cereus pedunculatus</i>	RP	<i>Atherina</i> spp.	KNoRMP
<i>Condylactis aurantiaca</i>	P	<i>Callionymus pusillus</i>	LNiP
<i>Phymanthus pulcher</i>	P	<i>Coris julis</i>	M
Mollusca		<i>Diplodus annularis</i>	KNiP
<i>Aporrhais pespelecani</i>	No	<i>Diplodus vulgaris</i>	MP
<i>Aplysia punctata</i>	LNiP	<i>Gobius bucchichi</i>	RML
<i>Arca noae</i>	P	<i>Gobius geniporus</i>	KNoLP
<i>Cerastoderma glaucum</i>	KNo	<i>Gobius niger</i>	KNoRMLNiP
<i>Cerithium vulgatum</i>	KNoRMLNiP	<i>Gobius paganellus</i>	KRMNiP
<i>Charonia tritonis variegata</i>	Ni	<i>Hippocampus ramulosus</i>	No
<i>Chlamys varia</i>	R	juvenile fish < 3cm	KNo
<i>Crassostrea gigas</i>	M	juvenile <i>Gobius</i>	KNoMLNi
<i>Hexaplex trunculus</i>	KNoRMLNiP	<i>Lipophrys pavo</i>	KNo
<i>Loligo vulgaris</i>	Ni	<i>Parablennius incognitos</i>	NoRMLNiP
<i>Monodonta turbinata</i>	NoRMLNi	<i>Parablennius gattorugine</i>	NoR
<i>Murex brandaris</i>	RMLNiP	<i>Parablennius tentacularis</i>	R
<i>Mytilus</i> spp.	No	<i>Pomatoschistus bathi</i>	KNoRNiP
<i>Ostrea edulis</i>	KNoMLNi	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	KRMPL
<i>Pecten jacobaeus</i>	KNoRNiP	<i>Pomatoschistus minutus</i>	KNoLNi
<i>Pinna nobilis</i>	NoRMLNiP	<i>Pomatoschistus pictus</i>	P
<i>Sepia officinalis</i>	P	<i>Pomatoschistus quagga</i>	No
Annelida		<i>Serranus hepatus</i>	R
<i>Myxicola infundibulum</i>	R	<i>Serranus scriba</i>	P
<i>Sabella</i> spp.	RMLNiP	<i>Spicara maena</i>	P
Serpulidae	KNoRMLNiP	<i>Syngnathus</i> spp.	KNoR
<i>Venus verrucosa</i>	K	<i>Symphodus cinereus</i>	KNoRMLNiP
Crustacea		<i>Symphodus ocellatus</i>	KNoMNiP
Brachyura	NoMLP	<i>Symphodus roissali</i>	NoR
<i>Dardanus arrosor</i>	RNi	<i>Symphodus rostratus</i>	M
<i>Inachus dorsettensis</i>	RP	<i>Trachinus draco</i>	P
<i>Maja crispata</i>	P	<i>Triperygion</i> spp.	P
Mysidacea	P	<i>Zostriessor ophiocephalus</i>	KNoRMLNi
<i>Pagurus</i> spp.	KNoRMLNiP		
<i>Palaemon elegans</i>	KNoM		

Calculation of fauna and habitat related variables

Relative abundance of unique species within each transect was calculated as the absolute abundance divided by the total abundance of all species. Faunal diversity was calculated as one minus Simpson's concentration, the probability that two random observations of fauna are the same species, and as the Simpson's reciprocal index, which is the multiplicative inverse of Simpson's concentration. The latter is referred to as the »effective« number of species or the number of species at the location if they are all equally abundant, given the observed probability that two random observations are the same unique species. Species evenness was calculated as the standard Pielou index. Proportion of species at location A overlapping with those at location B was calculated as the number of species shared by locations A and B, divided by the total number of species in location A.

Diversity index values were compared among sites using the t-test on ranked data, which is equivalent to the non-parametric Kruskal-Wallis test. Dendrograms of community dissimilarity were constructed using beta diversity as the dissimilarity index, which is equivalent to Simpson's dissimilarity, and to the Bray-Curtis dissimilarity based on binary data (Lande, 1996). Non-metric multidimensional scaling on double-standardized species data was performed to ordinate the locations and species in two dimensions, using beta diversity as the dissimilarity measure (Minchin, 1987).

RESULTS

Observed taxa

Table 2 lists the 85 faunal taxa that were identifiable to some level above class and their presence/absence in the seven locations. In addition, 38 visually distinctly unique taxa identifiable with less taxonomic certainty were observed, most of which were sponges, tunicates, and anemonies, totalling 123 observed taxa.

Location similarities by faunal richness and relative taxon abundance

Table 3 lists the number of species observed in each of the 7 locations. The highest richness was observed at the open Adriatic location, Privlaka (P). The lowest richness was found in the furthest removed and most enclosed Karin Sea (K).

Table 3 also lists the species similarities of each location (rows) with each of the other locations (columns). These values indicate that the two neighbouring bays most enclosed and furthest removed from the open Adriatic, the Novigrad Sea (No) and the Karin Sea (K), are most similar to each other, sharing 63% and 76% of their species respectively. Transects of the open bays that are geographically closer to the open Adriatic and hydrologically more connected to it, including Rovanjaska (R), Miocic (M), Ljubac (L), and Nin (Ni), shared only 46–61% of their species with each other, and only 34–46% with the two enclosed bays. The Novigrad Sea shared fewer species with the open Adriatic location (46%) than any of the other bays (55–61%).

Tab. 3: Community overlap based on proportion of species in each bay (rows) shared with each of the other bays (columns; for abbreviations see Table 2). Proportions were calculated by dividing the number of species shared by bay A (rows) and bay B (column) by the total number of species in bay A (rows). Note that this matrix is not symmetrical because the proportion of species in bay A that are shared with bay B is not the same as the proportion of species in bay B that are shared with bay A.

Tab. 3: Prekrivanje združb glede na delež vrst v vsakem od zalivov (vrstice), kot so te prisotne v drugih zalivih (stolpci; za kratice glej Tabelo 2). Delež je bil izračunan z delitvijo števila vrst, prisotnih v zalivu A (vrstice) in zalivu B (stolpci), s skupnim številom vrst v zalivu A (vrstice). Matrica ni simetrična, ker delež vrst iz zaliva A, ki so prisotne tudi v zalivu B, ni enak deležu vrst iz zaliva B, ki so prisotne tudi v zalivu A.

	richness	K	No	R	M	L	Ni	P
Karin Sea	29		0.76	0.48	0.48	0.45	0.55	0.55
Novigrad Sea	35	0.63		0.49	0.43	0.49	0.49	0.46
Rovanjaska	41	0.34	0.41		0.57	0.46	0.57	0.60
Miocic	39	0.34	0.38	0.51		0.56	0.54	0.62
Ljubac	37	0.35	0.46	0.51	0.59		0.59	0.57
Nin	41	0.39	0.41	0.49	0.51	0.54		0.61
Privlaka	61	0.26	0.26	0.34	0.39	0.34	0.41	

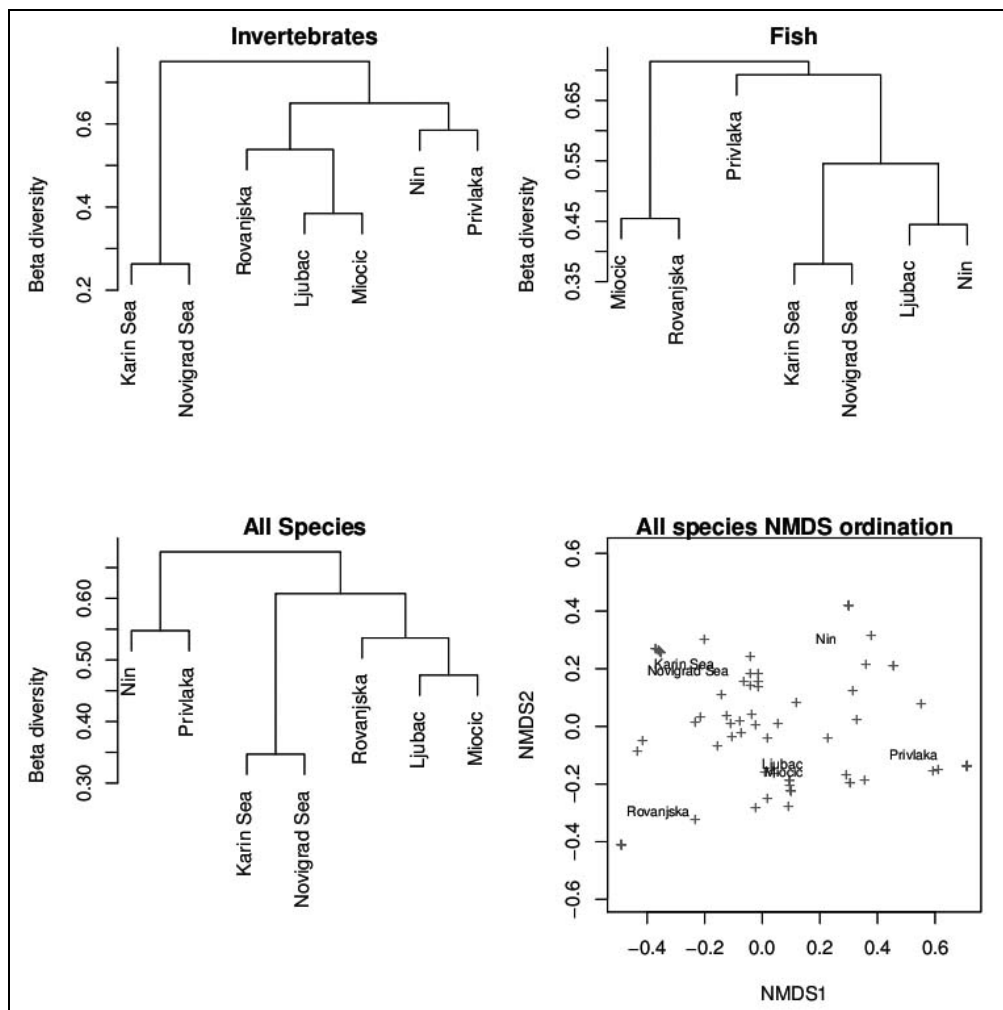


Fig. 2: Dendrograms of community dissimilarity for invertebrates only, fish only, and all species combined, and non-metric multidimensional scaling ordination based on all species combined. Locations are indicated as text, species by »+«. Total stress for the ordination was 2%.

Sl. 2: Dendrogrami razlik med združbami za nevretenčarje, ribje vrste in vse vrste skupaj ter nemetrično več-dimenzionalno umerjanje za vse vrste skupaj. Območja so označena z besedami, vrste s simbolom »+«. Totalni stres umerjanja je 2%.

The dendrogram of community dissimilarity clearly separates the enclosed bays Novigrad Sea and Karin Sea, as a distinct cluster from all other locations, and places Privlaka with Nin, its direct neighbor bay. Rovanjaska is clustered with Ljubac and Miocic, which are more similar to each other than to Rovanjaska (Fig. 2, lower left; all species).

The ordination plot (Fig. 2, lower right; all species) further illustrates these relationships. The Novigrad Sea and the Karin Sea are again a very close group, and so are the direct neighbours Miocic and Ljubac. Privlaka and Nin, which are clustered together in the dendrogram, are actually quite different from each other according to this ordination, and Rovanjaska is also substantially dissimilar from Ljubac and Miocic.

The two separate dendrograms based on invertebrates and fish (Fig. 2) are substantially different from each other. The invertebrate communities of Privlaka and Nin, which are near the open Adriatic, are most dissimilar of all communities from the cluster of the Novigrad and Karin seas. This may be a simple reflection of the fact that these are most geographically distant from each other and hydrologically isolated. Clustered with Privlaka and Nin are the three remaining open bays (Miocic, Ljubac, Rovanjaska), which are in terms of distance closer and hydrologically more open to Privlaka and Nin than the Novigrad and Karin seas. These relationships are less obvious in the fish community dendrogram, where Privlaka is clearly dissimilar from all other communities and the open bays no longer have a

clear geographical relationship. However, like the invertebrate dendrogram, the Novigrad and Karin seas are highly similar and constitute a single cluster separate from the other communities.

Variability in faunal diversity and evenness across locations

Table 4 shows how the natural coastlines of the seven study locations differ in fish and invertebrate richness, diversity and evenness. The Novigrad Sea and the Karin Sea have the significantly highest invertebrate and fish diversity and evenness among the six bay locations and also harbor the highest fish richness, while invertebrate richness is low. The open Adriatic location, Priblaka, has of all locations the second highest (following the Novigrad Sea) invertebrate and the highest fish diversity but the lowest invertebrate and relatively low fish evenness.

Differences in faunal diversity and evenness comparing developed and natural coastlines

The significantly largest losses (56 and 53%) in invertebrate diversity in developed relative to natural coastline transects have been observed in the Karin Sea and

the Novigrad Sea, the enclosed bays (Tab. 5). While almost the same number of species was present at developed and natural sites, evenness was reduced by half. All other locations, except for Miocic, exhibited increased invertebrate diversity at developed sites, which in all cases was primarily due to substantial increases in evenness, while the numbers of species remained the same. Fish diversity loss at developed sites was recorded at five of the seven locations (41% to 6%), including the Karin Sea and the Novigrad Sea. In the Karin Sea this change was due to loss in richness (55%) and in the Novigrad Sea due to lowered evenness (43%).

Protected species and juvenile fish

The threatened European eel, *Anguilla anguilla*, was observed only in the Novigrad Sea and the Karin Sea, while the sea horse *Hippocampus ramulosus* was observed only in the Novigrad Sea. The protected bivalve *Pinna nobilis* was present in all bays except the Karin Sea but was by far most abundant in Miocic and Ljubac. Although juvenile fish were present at all locations, differences in relative abundance can be inferred by the higher likelihood of observing juvenile fish < 3cm along the Novigrad Sea and Karin Sea transects.

Tab. 4: Simpson diversity, Simpson reciprocal index, Shannon evenness, and species richness of invertebrates and fish and the ranked t-test results comparing rankings based on the two diversity indices and evenness for the six bays (for abbreviations see Table 2); values for Novigrad Sea (No) and Karin Sea (K) are highlighted.

Tab. 4: Simpsonov indeks diverzitete, recipročni Simpsonov indeks, Shannonov indeks poravnosti in vrstno bogastvo nevretenčarjev in rib ter razvrstitev rezultatov t-testa, ki primerjajo razvrstitev glede na oba diverzitetna indeksa in vrstno poravnost za vseh šest zalivov (za kratice glej Tabelo 2); vrednosti za Novigrajsko morje (No) in Karinsko morje (K) so krepko natisnjene.

Bay	Simpson diversity	Simps. recipr. index	df	t-value	p-value	Bay	Shannon evenness	Bay	richness
<i>Invertebrates</i> (natural sites)			3.692	-3.6742	0.0245				
No	0.81	5.19				K	0.72	P	31
P	0.73	3.71				No	0.59	L	21
K	0.73	3.66				R	0.27	Ni	21
Ni	0.65	2.85				L	0.25	R	19
M	0.60	2.51				M	0.23	M	18
R	0.53	2.14				N	0.18	No	11
L	0.41	1.68				P	0.06	K	9
<i>Fish</i> (natural sites)			3.692	-3.6742	0.0245				
P	0.91	11.04				K	0.86	P	18
K	0.88	8.03				No	0.71	K	16
No	0.86	7.17				P	0.42	No	13
M	0.85	6.64				M	0.33	M	13
Ni	0.80	5.01				Ni	0.30	Ni	11
R	0.64	2.78				R	0.30	R	9
L	0.44	1.79				L	0.28	L	7

Tab. 5: Ranked ratios (developed site/natural site) of diversity, evenness and species richness for invertebrates and fish and the t-test results comparing diversity rankings, values for Novigrad Sea and Karin Sea are highlighted.

Tab. 5: Razvrstitev razmerij (umetno oblikovano obrežje/naravno obrežje) diverzitete, poravnosti in bogastva vrst za nevretenčarje in ribe ter rezultati t-testa s primerjavo razvrstitve diverzitete; vrednosti za Novigradsko morje in Karinsko morje so krepko natisnjene.

Bay	Simpson diversity	df	t-value	p-value	Bay	Shannon evenness	Bay	richness
<i>Invertebrates</i>		3.692	3.6742	0.02450				
Karin sea	0.44				K	0.43	L	0.81
Novigrad Sea	0.47				No	0.50	R	0.84
Miocic	0.64				M	1.09	P	0.87
Nin	1.11				Ni	1.59	K	0.88
Privlaka	1.11				R	1.64	M	0.94
Rovanjska	1.49				L	2.33	Ni	1.00
Ljubac	2.08				P	5.56	No	1.18
<i>Fish</i>		3.888	1.2603	0.2779				
Miocic	0.59				No	0.57	M	0.38
Karin Sea	0.79				K	0.85	Ni	0.45
Privlaka	0.83				R	1.01	P	0.50
Novigrad Sea	0.88				P	1.18	K	0.56
Nin	0.94				Ni	1.27	L	0.85
Ljubac	1.16				M	1.82	R	1.22
Rovanjska	1.22				L	1.96	No	1.32

DISCUSSION

This study confirms the prediction (1): invertebrate richness is higher in open bays easily accessed by passively dispersed species (e.g. invertebrate larvae). In contrast, richness of fish species was highest in the two most distant and least hydrologically connected bays, the Novigrad Sea and the Karin Sea. This observation is consistent with the fact that fish are more likely than invertebrates to disperse actively, e.g., as adults during migration into enclosed estuarine bays specifically for reproduction (Sinovčić *et al.*, 2004; Matić-Skoko *et al.*, 2007). While invertebrate richness and diversity in bays may be primarily the result of mass effects and lack of saturation, fish diversity may be better explained by local interactions then by the regional predictor variables investigated in this study. Abundances of both invertebrates and fish were more even in the Novigrad Sea and the Karin Sea than in the open bays. This may suggest communities closer to equilibrium and community structuring by predictor variables not investigated in this study.

Prediction (2) was confirmed: the Novigrad Sea and the Karin Sea clustered separately from all other bays by fish, invertebrate, and total dissimilarity. It is interesting that the clustering by invertebrate dissimilarity closely matches dissimilarities in distance and hydrological connectivity, while this is not as clearly the case with fish community dissimilarities. Again one can argue that

invertebrate community dissimilarities are more likely the outcome of regional dispersal, affected by distance and connectivity, while fish communities are more likely to be shaped by local forces, such as habitat availability or faunal interactions, because they are highly motile and more flexible in dispersal than the mostly sedentary invertebrates that are dispersed easily only as larvae. The two clusters of open bay fish communities Ljubac/Nin and Rovanjaska/Miocic may be indicative of differences in habitat availability in these locations. According to Stiefel (2009), study sites in Ljubac/Nin are strongly dominated by unconsolidated or sparsely vegetated sediment reaching to the shore, while at sites in Miocic/Rovanjska bays such sediments are fringed by rocky shores.

While highly similar to each other, the Novigrad Sea and the Karin Sea shared the least species with the open Adriatic source location (Privlaka), and were less similar to any other bay than any of the other bays were to each other (Tab. 3). Stiefel (2009) reports that the three open bays Nin, Ljubac, and Miocic have significantly lower diversity and complexity of habitat than the Novigrad and Karin seas. This comparison supports the hypothesis that the fauna of the enclosed bays may be shaped by local interactions, and it further confirms the uniqueness of the Novigrad and Karin Sea among the study locations. Future analyses of existing data will test hypotheses about the relative effect of local factors, e.g., habitat diversity and heterogeneity, on fish and invertebrate descriptors in the seven locations.

The study also confirmed prediction (3): we detected the largest changes in invertebrate diversity between developed and natural coastlines in the Novigrad Sea and the Karin Sea, primarily because increased relative abundances of few species caused a decreased species evenness. Substantial changes in fish diversity were likewise observed, due to richness loss in the Karin Sea and increased abundance of a few taxa in the Novigrad Sea. In contrast, at the open Adriatic location and in the open bays, invertebrate diversity was not affected, or even positively affected, by development, primarily because highly uneven communities became more even due to lowered abundances of the more common species. The effect of development on fish diversity is less obvious, yet fish diversity at developed coastlines is reduced everywhere, not only in the Novigrad and Karin Sea. The only two bays not experiencing fish diversity loss were Rovanjaska and Ljubac, which naturally harbor significantly lower fish diversities.

Overall our study suggests that the faunal communities of the two enclosed bays, the Novigrad Sea and the Karin Sea, are most diverse, most different and most sensitive to coastal development. Our observations suggest that these bays may be more controlled by local ecological interactions than regional mass effects, and therefore that local alterations of ecological interactions, such as those caused by shoreline development, are likely to have a greater impact on the community than in the more open bays in our study.

Published results from detailed studies of the Novigrad Sea support the significantly higher sensitivity to coastal development: (1) coastal development – the replacement of natural coastline with human structures, including seawalls in marinas – reduce the availability of rocky reefs, the most complex habitat harboring the highest faunal diversity (Kruschel & Schultz, 2010); (2) anthropogenic stressors associated with coastal development, such as wastewater and run-off pollution, boat traffic, and tourism, alter sediment properties and negatively affect water clarity, substantially altering benthic habitats (Kruschel *et al.*, 2009). The seagrass *Cymodocea nodosa*, which occupies the deeper benthos (4–6 m) and harbors the highest invertebrate diversity (Schultz *et al.*, 2009) disappears due to lowered light penetration.

Zostera marina, most tolerant to sediment resuspension and organically enriched sediments, invades the more natural *Z. noltii* meadows (0–4 m) causing both loss and unusually high abundances of some invertebrates, thus negatively affecting diversity through richness and evenness reduction (Stiefel, 2009). In addition, dense seagrass patches invaded by *Z. marina* have been shown to harbor the lowest fish richness, diversity, and abundance (Schultz *et al.*, 2009; Kruschel & Schultz, 2010).

Enclosed estuarine bays of eurythermal and euryhaline character, such as the Novigrad Sea and the Karin Sea, are known to function as fish nurseries, especially the shallow, low-gradient regions near river mouths (Matić-Skoko *et al.*, 2007). Higher abundances of juvenile fish than in non-estuarine bays are expected here. Our observations confirm this prediction, and small juvenile fish (< 3 cm) have been more often encountered in the Novigrad and Karin seas. Taxa observed only in these bays included the red-listed fish *Anguilla anguilla* and the rare *Hippocampus ramulosus*.

CONCLUSIONS

Within a regional network of connected embayments, the faunal communities of more isolated and enclosed bays were the most diverse and more distinct than in less isolated open bays. This may have to do with the fundamentally different processes (regional vs. local) structuring these communities. Isolated enclosed bays experience higher abiotic variability (e.g., in temperature and salinity) and in the case of the Novigrad Sea and the Karin Sea, higher habitat diversity (Stiefel, 2009) which indicates that they may be primarily controlled by local interactions. In contrast, communities of more open and hydrologically connected bays may be primarily shaped by regional processes.

The faunal communities of the two enclosed bays, the Novigrad Sea and the Karin Sea, have also been identified as being significantly more sensitive to coastal development than faunal communities in other locations of the region. We therefore recommend the Novigrad and Karin seas as excellent candidates for formal legal status as protected natural areas within the Croatian Natura 2000 network.

VISOKA DIVERZITETA IN OBČUTLJIVOST NA RAZVOJ OBALNEGA OBMOČJA PRI RIBAH IN NEVRETEČARJIH V NOVIGRAJSKEM IN KARINSKEM MORJU: ŠTUDIJA METAZDRUŽB V SEVERNEM JADRANU, HRVAŠKA

Claudia KRUSCHEL, Stewart T. SCHULTZ & Julia STIEFEL

University of Zadar, Department of Maritime Sciences, HR-23000 Zadar, M. Pavlinovića bb, Croatia

E-mail: ckrusche@unizd.hr

POVZETEK

Popis pridnenih ribjih vrst in bentoških nevretenčarjev je bil izveden pomladi 2009 v šestih zalivih in eni lokaciji v plitvi vodi odprtega Jaranskega morja. Izračunana je bila relativna številčnost favne, pa tudi bogastvo, diverziteti ter poravnost vrst; podatke smo primerjali med zalivi in naravnim ter umetno oblikovanim obrežjem zalivov. Ugotovljeno je bilo, da favnistični združbi dveh najbolj zaprtih zalivov, Novigranskega in Karinskega morja (1) izkazujejo večje bogastvo ribjih vrst in večjo diverziteti od katerega koli drugega zaliva, (2) se najbolj razlikujeta od združbe na lokaciji na odprtem morju, (3) sta doživeli izrazitejšo zmanjševanje biodiverziteti, če primerjamo podatke za naravno in umetno oblikovano obrežje in (4) nudita zavetje dvema ogroženima ribjima vrstama in najvišji gostoti mladostnih primerkov rib. S svojo diverziteti, edinstvenostjo in občutljivostjo na razvoj obalnega območja sta Novigrasko in Karinsko morje kandidata za pravno zaščito.

Ključne besede: metazdružba, favnistična diverziteti, vizualno štetje, jadranski zalivi, razvoj obalnih območij

REFERENCES

- Bouvier, L. D., K. Cottenie & S. E. Doka (2009):** Aquatic connectivity and fish metacommunities in wetlands of the lower Great Lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 66, 933–948.
- Caley, M. J. & D. Schluter (1997):** The relationship between local and regional diversity. *Ecology*, 78, 70–80.
- de Macedo-Soares, P. H. M., A. C. Petra, V. F. Farjalla & E. P. Caramaschi (2010):** Hydrological connectivity in coastal inland systems: lessons from a Neotropical fish metacommunity. *Ecol. Freshw. Fish*, 19, 7–18.
- Harrison, S. & H. Cornell (2008):** Towards a better understanding of the regional causes of local community richness. *Ecol. Lett.*, 11, 969–979.
- Hillebrand, H. & T. Blenckner (2002):** Regional and local impact on species diversity – from pattern to processes. *Oecologia*, 132, 479–491.
- Hiltunen, T., J. Laasko & V. Kaitala (2006):** Interactions between environmental variability and immigration rate control patterns of species diversity. *Ecol. Model.*, 194, 125–131.
- Horinouchi, M., Z. Nakamura & S. Mitsuhiro (2005):** Comparative analysis of visual censuses using different width strip-transects for a fish assemblage in a seagrass bed. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 65, 53–60.
- Kruschel, C. & S. T. Schultz (2010):** Relations of macrofaunal diversity with habitat diversity in a Central Croatian Adriatic lagoon. *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 20(1), 1–14.
- Kruschel, C., S. T. Schultz & S. Dahlke (2009):** Evidence for seagrass competition in a Central Croatian Adriatic lagoon. *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 19(1), 1–10.
- Lande, R. (1996):** Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76, 5–13.
- Matić-Skoko, S., M. Peharda, A. Pallaoro, A. Cukov, M. Cukov & B. Baždarić (2007):** Infralittoral fish assemblages in the Zrmanja estuary, Adriatic Sea. *Acta Adriat.*, 48(1), 45–55.
- Minchin, R. (1987):** An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Vegetatio*, 69, 89–107.
- Mouillot, D. (2007):** Niche-assembly vs. dispersal-assembly rules in coastal fish metacommunities: implications for management of biodiversity in brackish lagoons. *J. Appl. Ecol.*, 44, 760–767.
- Nagelkerken, I., G. van der Velde, M. W. Gorissen, G. J. Meijer, T. van't Hof & C. den Hartog, (2000):** Importance of mangroves, seagrass beds and the shallow coral reef as a nursery for important coral reef fishes, using a visual census technique. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 51(1), 31–44.
- Schultz, S. T., C. Kruschel & T. Bakran-Petricoli (2009):** Influence of seagrass meadows on predator-prey habitat segregation in an Adriatic lagoon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 374, 85–99.
- Sinovčić, G., M. Franičević & V. Čikeš Keč (2004):** Unusual occurrence and some aspects of biology of juvenile gilt sardine (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) in the Zrmanja River estuary (eastern Adriatic). *Appl. Ichthyol.*, 20, 53–57.
- Stiefel, J. (2009):** Faunal communities of shallow benthic habitats in the Croatian Adriatic. B.Sc. Thesis. Ernst-Moritz-Arndt-University Greifswald, Germany.
- Uchida, Y. & M. Inoue (2010):** Fish species richness in spring-fed ponds: effects of habitat size versus isolation in temporally variable environments. *Freshw. Biol.*, 55, 983–994.

Short scientific paper
Received 2011-04-14

UDC 597.311.2:591.491.1(262.53)

A HUGE SHORTFIN MAKO SHARK *ISURUS OXYRINCHUS* RAFINESQUE, 1810 (CHONDRICHTHYES: LAMNIDAE) FROM THE WATERS OF MARMARIS, TURKEY

Hakan KABASAKAL

Ichthyological Research Society, Tantavi mahallesi, Menteşoğlu caddesi, İdil apt., No: 30, D: 4, Ümraniye, TR-34764 İstanbul, Turkey
E-mail: hakankabasakal@superposta.com

Alessandro DE MADDALENA

Italian Great White Shark Data Bank, via L. Ariosto 4, I-20145 Milano, Italy

ABSTRACT

A huge female shortfin mako shark, Isurus oxyrinchus, was caught in the late 1950s off Marmaris (SE Aegean Sea, Turkey), by a commercial fisherman. Photographic documentation has been used by the authors to estimate the total length of this specimen at 585 cm (range from 577 to 619 cm). This size greatly exceeds the previous maximum size recorded for the species (a 445 cm long female caught in September 1973, off Six-Fours les-Plages, France). It is believed that the Marmaris specimen is the largest shortfin mako ever recorded worldwide.

Key words: shortfin mako shark, *Isurus oxyrinchus*, maximum size, largest specimen, Turkey, Aegean Sea

UN ENORME SQUALO MAKO DALLE PINNE CORTE *ISURUS OXYRINCHUS* RAFINESQUE, 1810 (CHONDRICHTHYES: LAMNIDAE) CATTURATO A MARMARIS, TURCHIA

SINTESI

Un'enorme femmina di squalo mako dalle pinne corte, Isurus oxyrinchus, venne catturata alla fine degli anni '50 al largo di Marmaris (Mar Egeo Nord-Orientale, Turchia), da un pescatore professionista. La documentazione fotografica è stata usata dagli autori per stimare la lunghezza totale di tale esemplare pari a 585 cm (range compreso tra 577 e 619 cm). Tale misura supera ampiamente le dimensioni massime registrate in precedenza per la specie (una femmina di 445 cm presa nel Settembre 1973 a Six-Fours les-Plages, Francia). Pertanto l'esemplare di Marmaris è il più grande della sua specie mai registrato a livello mondiale.

Parole chiave: squalo mako dalle pinne corte, *Isurus oxyrinchus*, dimensioni massime, Turchia, Mar Egeo

INTRODUCTION

The peregrine falcon of the shark world, the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, is a cosmopolitan species in temperate and tropical waters of the Atlantic, Pacific and Indian Oceans. It is pelagic, coastal and oceanic, occurring at a depth range from the surface to 500 m (Compagno, 2001). The shortfin mako is present in the entire Mediterranean (De Maddalena & Baensch, 2005), where it is caught mainly in the tuna longline fishery and occasionally in the swordfish fishery using longlines and driftnets (Celona *et al.*, 2004; Megalofonou *et al.*, 2005).

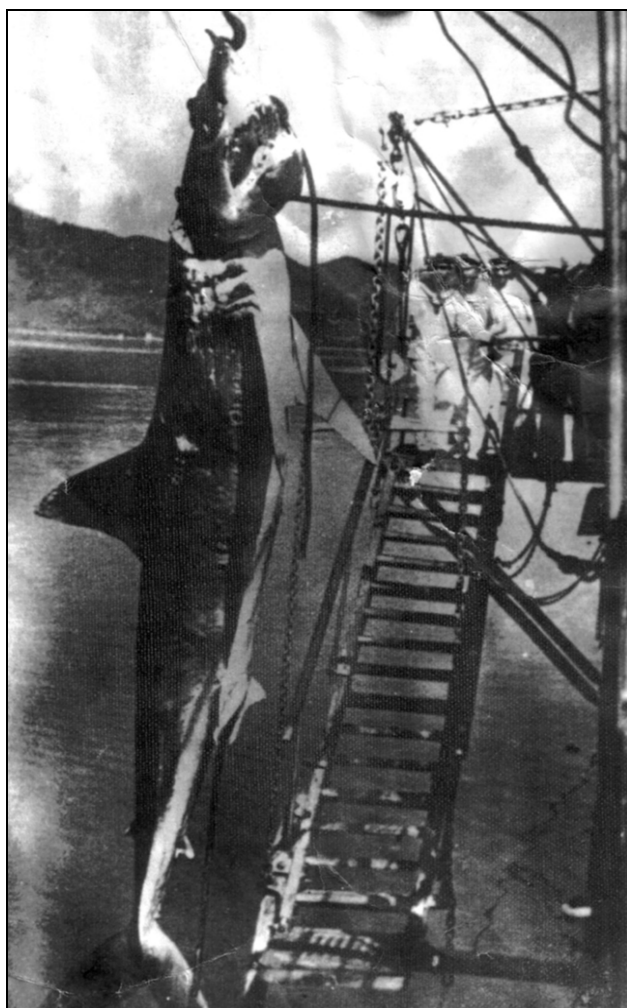


Fig. 1: This estimated 585 cm TL female shortfin mako shark *Isurus oxyrinchus*, caught in the late 1950s off Marmaris, Turkey, is believed to be the largest of its species ever recorded worldwide.

Sl. 1: Ta, po naših ocenah 585 cm dolga samica vrste atlantski mako *Isurus oxyrinchus*, ujeta v poznih 1950ih ob obali kraja Marmaris, Turčija, je verjetno največji kadarkoli zabeležen primerek svoje vrste.

The presence of *I. oxyrinchus* in Turkish waters is known due to the pioneering work of Akşiray (1954; in Bilecenoğlu *et al.*, 2002). After the first record of the species in the seas of Turkey, there have been numerous subsequent accounts of its occurrence off the Turkish coast, made by several authors reviewed in Kabasakal (2002, 2011). In the present article, we report on a historical record of a huge shortfin mako from Turkish waters.

MATERIALS AND METHODS

A shortfin mako (Fig. 1) was caught in the late 1950s off Marmaris (SE Aegean Sea, Turkey; Fig. 2), by a commercial fisherman using an unknown type of fishing net. Additional details of this capture are unknown. The captured specimen was hung on a pole from a battleship of the Turkish Navy, anchored near Marmaris. Species identification is based on the photograph, which was taken by the sailors, and is based on De Maddalena *et al.* (2005). As it was pointed out in De Maddalena *et al.* (2001), photos must be used with great caution when estimating the size of a large shark since there is a high probability of inaccurate results. It is absolutely necessary that we use only pictures of the whole specimen or a wide part of it that is not deformed by imperfections in the camera lens or by the perspective of the shot. It is also essential that a large object of known size is located in the plane of the shark in the photograph. The photo portraying the Marmaris specimen meets these criteria and has been considered suitable for producing a valid estimate of the specimen size. The photograph of the specimen is stored in the archives of the Ichthyological Research Society (IRS).

RESULTS AND DISCUSSION

The following morphological features of the specimen portrayed in the photo allowed the authors to make an immediate identification of the specimen as *Isurus oxyrinchus*: strongly spindle-shaped body, pointed conical snout, presence of caudal keel, long gill slits, origin of dorsal fin posterior to pectoral fin free rear tips, relatively short pectoral fins, high and erect first dorsal fin, narrow and curved teeth, no black spot on the ventral surface of the apex of pectoral fins (De Maddalena *et al.*, 2005).

The size of the shark was not reported and it is not known whether it was measured at the time of capture or not. However, the exceptional size of this specimen is clearly demonstrated by the photographic documentation. The authors used the photo of the Marmaris mako to produce an accurate estimate of the size of this specimen. We used the first sailor standing at the top of the stairs of the battleship as a reference. Since the Turkish Navy is known to take sailors that are at least 170 cm tall, we on assumed the sailor used as the refer

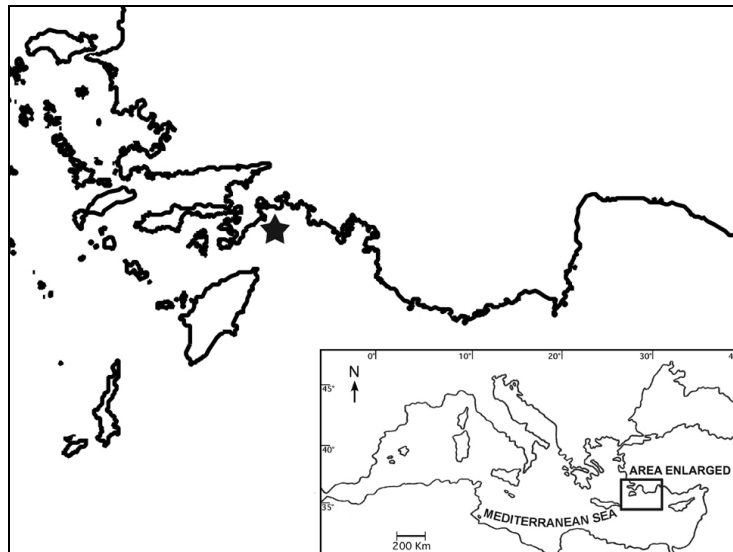


Fig. 2: Capture location (Marmaris, Turkey) of the estimated 585 cm TL female shortfin mako shark *Isurus oxyrinchus* (photograph courtesy of Ateş Evirgen).

Sl. 2: Lokacija (Marmaris, Turčija), kjer je bila ujeta 585 cm dolga samica atlantskega makoja *Isurus oxyrinchus* (fotografija last Ateša Evirgena).

ence was of that height. However, the sailor is not in the same plane as the shark, being further away from the photographer. Therefore, we needed to calculate how much the sailor's height has been reduced by the perspective compared to his size if he had been located in the same plane as the shark. We compared the height of the steps at the base of the stairs near the shark with those at the top. The photo was scanned and enlarged, and the steps were measured as accurately as possible to obtain a scaling factor. We concluded that the sailor would appear 150% of his size when transposed to the same plane as the shark. The 150% scaling factor may have a minor degree of error, because when enlarged the old photo is not sharp, which makes it impossible to obtain a more accurate measurement. Then we easily calculated the size of the shark at 486 cm precaudal length (PCL). The following relationships were then used to calculate the total length of the shark from the PCL:

$\text{UCL (upper caudal length)} = 0.250 \text{ PCL} + 2.583$ (Cliff *et al.*, 1989),

$\text{TL (total length)} = \text{PCL} + 0.8 \text{ UCL}$ (Bass *et al.*, 1975).

We therefore obtained a measurement of 585 cm TL for the Marmaris specimen.

According to De Maddalena *et al.* (2005), shortfin mako's PCL ranges from 78.5 to 84.2% of TL, so a range for the Marmaris specimen would be from 619.11 to 577.20 cm TL.

We believe that the shortfin mako reported in this work is the largest specimen ever recorded, worldwide.

A recent study of 199 specimens showed that the average total length is 171 cm (Kohler *et al.*, 1996). The previous maximum reported length for *I. oxyrinchus* was

445 cm, for a huge specimen caught off Six-Fours les-Plages, France in September 1973 (Capapé, 1977). Other large specimens have been recorded in the Mediterranean area. A large 425 cm shortfin mako was caught off La Galite Island, Tunisia, on September 24, 1876, and its jaws are preserved in the Natural History Museum of Genoa, Italy (Doria & Gestro, 1877). Lawley (1881) reported on a 4 m long specimen that weighed 1000 kg, which was observed in a warehouse of a fishmonger in Livorno and was caught off Piombino, Italy. Another 400 cm long shortfin mako was captured off Caska, Novalja, Croatia, on May 13, 1882, and was reported by Brusina (1888). More recently, a 390 cm long shortfin mako was caught on November 30, 1991, off Bagnara Calabria, Italy (Storai *et al.*, 2001). Another 390 cm long specimen, weighing 513 kg, was caught on September 20, 2000 off Punta Alice, Italy (Storai *et al.*, 2001). A 390 cm long female was caught on July 26, 2003 off Scaletta Zanclea, Italy, and another female, measuring 370 cm TL, was caught between Portopalo di Capo Passero and Marzamemi, Italy, on June 22, 2004 (Celona *et al.*, 2004).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank Mr. Ateş Evirgen, an Istanbul based underwater photographer, for the photograph and catch data of the shortfin mako shark, and Walter Heim, who took the time to edit the manuscript. Hakan Kabasakal extends profound gratitude to his wife, Özgür, and to his son, Derin. Alessandro De Maddalena thanks his wife Alessandra and his son Antonio for their support and love.

ORJAŠKI PRIMEREK VRSTE ATLANTSKI MAKO *ISURUS OXYRINCHUS* RAFINESQUE, 1810 (CHONDRICHTHYES: LAMNIDAE), UJET PRI KRAJU MARMARIS, TURČIJA

Hakan KABASAKAL

Ichthyological Research Society, Tantavi mahalləsi, Menteşoğlu caddesi, İdil apt., No: 30, D: 4, Ümraniye, TR-34764 İstanbul, Turkey
E-mail: hakankabasakal@superposta.com

Alessandro DE MADDALENA

Italian Great White Shark Data Bank, via L. Ariosto 4, I-20145 Milano, Italy

POVZETEK

Orjaško samico vrste atlantski mako Isurus oxyrinchus je v poznih 1950ih pri kraju Marmaris (JV Egejsko morje, Turčija) ujel komercialni ribič. Avtorji so na podlagi fotografske dokumentacije ocenili, da je bila celotna dolžina tega primerka 585 cm (od 577 do 619 cm). Ocenjena velikost zelo presega do sedaj zabeleženo maksimalno velikost primerka te vrste (445 cm dolge samice, ujete septembra 1973 pri kraju Six-Fours les-Plages, Francija). Primerk iz Marmarisa je tako verjetno največji kadarkoli zabeležen atlantski mako.

Ključne besede: atlantski mako, *Isurus oxyrinchus*, maksimalna velikost, največji primerk, Turčija, Egejsko morje

REFERENCES

- Akşiray, F. (1954):** Türkiye Deniz Balıkları Tayin Anaharı. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları, Sayı 1, İstanbul.
- Bass, A. J., J. D. D'Aubrey & N. Kistnasamy (1975):** Sharks of the East Coast of Southern Africa. IV. The Families Odontaspidae, Scapanorhynchidae, Isuridae, Cetorhinidae, Alopiidae, Orectolobidae and Rhinodontidae. Inv. Rep. Oceanogr. Res. Inst., 39, 1–102.
- Bilecenoglu, M., E. Taskavak, S. Mater & M. Kaya (2002):** Checklist of the marine fishes of Turkey. Zootaxa, 113, 1–194.
- Brusina, S. (1888):** Morski psi Sredozemnoga i Crljenog mora (Sharks of the Adriatic and the Black Sea). Glasnik hrvatskoga naravoslovnoga društva, III, 167–230.
- Capapé, C. (1977):** Liste commentée des sélachiens de la région de Toulon (de La Ciotat à Saint-Tropez). Bull. Mus. Hist. Nat., 37, 5–9.
- Celona, A., L. Piscitelli & A. De Maddalena (2004):** Two large shortfin makos, *Isurus oxyrinchus*, Rafinesque, 1809, caught off Sicily, western Ionian Sea. Annales, Ser. hist. nat., 14, 35–42.
- Cliff, G., S. F. J. Dudley & B. Davis (1989):** Sharks caught in the protective gill nets off Natal, South Africa. 3. The shortfin mako shark *Isurus oxyrinchus* (Linnaeus). S. Afr. J. Mar. Sci., 9, 115–126.
- Compagno, L. J. V. (2001):** Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. No. 1, Vol. 2. FAO, Rome, 269 p.
- De Maddalena, A. & H. Baensch (2005):** Haie im Mittelmeer. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart, 240 p.
- De Maddalena, A., A. Preti & R. Smith (2005):** Mako sharks. Krieger Publishing, Malabar, 72 p.
- De Maddalena, A., M. Zuffa, L. Lipej & A. Celona (2001):** An analysis of the photographic evidences of the largest great white sharks, *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758), captured in the Mediterranean Sea with considerations about the maximum size of the species. Annales, Ser. hist. nat., 11, 193–206.
- Doria, G. & R. Gestro (1877):** Crociera del »Violante« comandato dal capitano armatore Enrico D'Albertis durante l'anno 1876. Ann. Mus. Civ. Sto. Nat. »G. Doria«, 11, 302–304.
- Kabasakal, H. (2002):** Elasmobranch species of the seas of Turkey. Annales, Ser. hist. nat., 12, 15–22.
- Kabasakal, H. (2011):** Türk Sularında Köpekbalıkları. 4. Deniz Yayınları, İstanbul, 128 p.
- Kohler, N.E., J. G. Casey & P.A. Turner (1996):** Length-length and length-weight relationships for 13 shark species from the Western North Atlantic. NOAA Tech. Memo. NMFS-NE-110, 1–22.
- Lawley, R. (1881):** Studi comparativi sui pesci fossili coi viventi dei generi *Carcharodon*, *Oxyrhina* e *Galeocerdo*. Nistri, Pisa, 151 p.
- Megalofonou, P., C. Yannopoulos, D. Damalas, G. De Metrio, M. Deflorio, J. M. De La Serna & D. Macias (2005):** Incidental catch and estimated discards of pelagic sharks from the swordfish and tuna fisheries in the Mediterranean Sea. Fish. Bull., 103, 620–634.
- Storai, T., Zuffa, M. & R. Gioia (2001):** Evidenze di predazione su odontoceti da parte di *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) nel Tirreno Meridionale e Mar Ionio (Mediterraneo). Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie B, 108, 71–75.

Original scientific article
Received: 2011-05-26

UDC 582.26/.27(262.3-18)

FIRST CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF CORALLINE ALGAE DISTRIBUTION IN THE SLOVENIAN CIRCALITTORAL ZONE (NORTHERN ADRIATIC)

Annalisa FALACE & Sara KALEB

Department of Life Sciences, University of Trieste, I-34127 Trieste, Via L. Giorgieri 10, Italy
E-mail: falace@univ.trieste.it

Martina ORLANDO-BONACA, Borut MAVRIČ & Lovrenc LIPEJ

Marine Biology Station, National Institute of Biology, SI-6330 Piran, Fornace 41, Slovenia

ABSTRACT

*Authors present new data on the coralline algal flora from Slovenia. They come from a recent inspection of the Slovenian part of the Gulf of Trieste where peculiar communities, such as the biocoenosis of the coastal detritic bottom, the agglomeration of bioconcretions known in the area under the name of »trezze« or »tegnue«, and the bank of Mediterranean stony coral *Cladocora caespitosa*, occur. In such communities 11 coralligenous red algae were found. Five of them, *Hydrolithon boreale*, *Lithothamnion minervae*, *L. philippii*, *L. sonderi* and *Neogoniolithon brassica-florida* are newly recorded for Slovenia.*

Key words: coralline algae, circalittoral, *Cladocora caespitosa*, northern Adriatic, Slovenia

PRIMO CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLA DISTRIBUZIONE DELLE ALGHE CORALLINE NEL CIRCALITORALE SLOVENO (ADRIATICO SETTENTRIONALE)

SINTESI

*Gli autori presentano nuovi dati sulla flora delle alghe coralline della Slovenia. I risultati provengono da una recente ispezione della parte slovena del Golfo di Trieste, dove vivono peculiari comunità, come la biocenosi del fondo detritico costiero, gli agglomerati di bioconcrezioni conosciute nell'area come »trezze« o »tegnue«, e i banchi madreporici di *Cladocora caespitosa*. In queste comunità sono state trovate 11 specie di alghe rosse coralligene. Cinque specie, *Hydrolithon boreale*, *Lithothamnion minervae*, *L. philippii*, *L. sonderi* e *Neogoniolithon brassica-florida* sono nuove segnalazioni per la Slovenia.*

Parole chiave: alghe coralline, circalitorale, *Cladocora caespitosa*, Adriatico settentrionale, Slovenia

INTRODUCTION

Among the eight action plans adopted by the Contracting Parties of the Barcelona Convention, one is devoted to the coralligenous habitat: the Action plan for the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-concretions in the Mediterranean Sea, UNEP-MAP-RAC/SPA (Ballesteros, 2008). Within this document, the coralligenous formations are considered a typical Mediterranean underwater seascape, comprising coralline algal frameworks that grow in dim light conditions and in relatively calm waters (Ballesteros, 2006). Data concerning the coralligenous biocoenosis occurring in the Mediterranean Sea are sparse and mostly regarding the north-western part of the basin, southern Italy and the Alboran Sea, while other regions are poorly known (Pergent, 2009). Therefore, the available lists of species, as well as the main engineering species, are mainly known from those areas, and they cannot be considered constant in the rest of the Mediterranean (UNEP-MAP-RAC/SPA, 2008).

The Gulf of Trieste, even if characterized by shallow bottoms, displays a high number of both species and habitats. The circalittoral of the Gulf of Trieste is mostly composed by the biocoenosis of the muddy detritic bottom (Lipej *et al.*, 2006). A patch of the biocoenosis of the coastal detritic bottom is present in the Piran Bay (Lipej *et al.*, 2006) and a solitary temperate reef made of the Mediterranean Stony coral (*Cladocora caespitosa*) is located off Cape Ronek. More recently, some studies have shown the presence of some peculiar and rather uncommon habitats in the Slovenian area. Among them, the precoralligenous bioformation is one of the most interesting, since it also hosts great fish diversity (Lipej *et al.*, 2003; Orlando-Bonaca & Lipej, 2005). In Slovenian waters, the precoralligenous bioformation is distributed in the lower infralittoral rocky zone, in the depth range from 3 to 14 m, within the area between Cape Ronek and Cape Madonna Nature Monument in Piran (Fig. 1).

The aim of this paper is to present new data on coralline algal species obtained from recent sampling in the circalittoral zone of the Slovenian coasts. Special attempt was given to a peculiar habitat such as the coral reef and to the biocoenosis of the coastal detritic bottom. A description of the recorded species is also given.

MATERIAL AND METHODS

The sampling for the present study was done according to the requirements of the Marine Strategy Framework Directive (2008/56/ES). The circalittoral zone was sampled during the spring and autumn period in 2010 (Tab. 1) in 4 Slovenian areas (Fig. 1): open waters off Cape Madonna NM in Piran (1), open waters off Strunjan (2), near Cape Ronek (3), and the Bay of Piran (4).

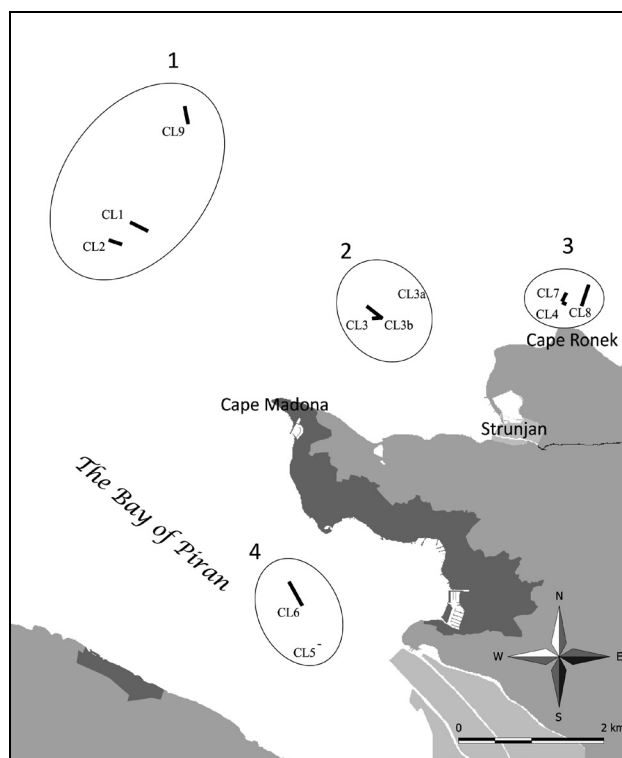


Fig. 1: The study area with sampling sites.

Sl. 1: Obravnavano območje z lokalitetami vzorčevanja.

The sampling was done by a benthos dredge (Péres & Picard, 1964; Castelli *et al.*, 2003), more appropriate than grabs and cores for estimating the densities of little abundant benthic species. It is considered a semi-quantitative sampling method, owing to the problem of estimating the sampled area accurately (Holme & McIntyre, 1984).

On selected sampling areas, the dredge was trawled at a constant velocity of the research vessel (between 0.8 and 1.1 knots), for 5 to 8 minutes. The transect-lines dredged varied from 150 in 250 m in length. At the end, the dredge was raised on the vessel and the content was preserved in big sinks with seawater, while transported to the coast.

Only the transect CL8 located off Cape Ronek was not dredged, but surveyed with non-destructive visual methods, since it is located on the reef of *C. caespitosa*. Observations were made by divers in order to determine the algal species growing within this reef.

Algal samples were sorted in laboratory and fragments of material were air dried, mounted on aluminium stubs with acrylic adhesive and then analysed by scanning electron microscopy (SEM). Stubs were sonicated with a Vitec sonicator to remove sediments and diatoms and then coated with gold/palladium (with S150 Sputter Coater, Edwards) prior to viewing in a LEICA Stereoscan 430i at 20 kV.

Tab. 1: Samplings and sites characterization. *CL8 was only visual censused.**Tab. 1: Podatki o vzorčevanju in lokalitetah. Na lokaliteti *CL8 je bilo izvedeno le vzorčevanje z opazovalnimi tehnikami.**

Site	Date	Start of the dredging		End of the dredging		Depth (m)
		Lat (N)	Long (E)	Lat (N)	Long (E)	
CL1	1.6.2010	45°33.067'	13°32.433'	45°33.132'	13°32.247'	22.0-24.0
CL2	1.6.2010	45°32.963'	13°32.163'	45°32.997'	13°32.023'	22.0-24.0
CL3	10.6.2010	45°32.448'	13°34.915'	45°32.445'	13°34.815'	27.0
CL4	10.6.2010	45°32.592'	13°36.828'	45°32.660'	13°36.873'	19.8-21.6
CL5	14.6.2010	45°29.992'	13°34.323'	45°29.992'	13°34.323'	14.0
CL6	14.6.2010	45°30.285'	13°34.138'	45°30.462'	13°33.992'	16.6
CL1	22.10.2010	45°33.067'	13°32.433'	45°33.132'	13°32.247'	22.0-24.0
CL2	22.10.2010	45°32.963'	13°32.163'	45°32.997'	13°32.023'	22.0-24.0
CL7	22.10.2010	45°32.591'	13°36.828'	45°32.578'	13°36.877'	20.0
CL8*	5.11.2010	45°32.567'	13°37.032'	45°32.723'	13°37.101'	16.1-27.0
CL3a	15.11.2010	45°32.448'	13°34.915'	45°32.445'	13°34.815'	14.0-22.1
CL3b	15.11.2010	45°32.446'	13°34.930'	45°32.536'	13°34.765'	27.0
CL9	15.11.2010	45°33.872'	13°32.839'	45°34.005'	13°32.798'	23.2

* visual count sampling

Anatomical terminology follows Woelkerling (1988) and growth-form terminology follows Woelkerling *et al.* (1993). Herbarium abbreviations follow Thiers (2011). Descriptions and terminology follow Irvine and Chamberlain (1994).

RESULTS AND DISCUSSION

During the present study, 11 species of coralline algae were found in the circalittoral, 5 of which, *Hydrolithon boreale*, *Lithothamnion minervae*, *Lithothamnion philippii*, *Lithothamnion sonderi*, *Neogoniolithon brassica-florida* were first recorded in Slovenia (Tab. 2).

In samples from sites CL1 and CL2 the encrusting forms prevailed in autumn, while the rhodoliths, both living and fossil, were more abundant in spring (75% and 55% respectively). The most frequently collected species were: *Lithothamnion philippii* (encrusting, rarely rhodolith), *L. sonderi* (encrusting), *L. minervae* (rhodolith and encrusting) and *Pneophyllum confervicola* (encrusting), followed by *L. pustulatum* (encrusting and rhodolith) and *Neogoniolithon brassica-florida* (rhodolith and encrusting). In site CL9 the algal composition was similar, but with a greater abundance of not living thalli of *L. minervae*. The CL8 site was characterised by a large presence of not living rhodoliths of *L. racemus* and *L. minervae*, and by encrusting forms of *L. minervae*, *L. philippii*, *L. sonderi*, and *P. fragile*, mainly as epiphytes on *C. caespitosa*. However, most of the thalli collected

were partially depigmented, infertile and with evident signs of bioeroding activity.

Species survey

Hydrolithon boreale (Foslie) Y. M. Chamberlain

Basionym: *Melobesia farinosa* f. *borealis* Foslie

Lectotype locality: Roundstone, Co. Galway, Ireland

Only encrusting bisporangial thalli were observed (Fig. 2). The plants were 10 mm in diameter and 15 µm in thickness and presented a smooth surface with grainy texture, while the thin margin frequently showed orbital rings. Trichocytes were frequent. The domed chambers of conceptacles measured 60–85 µm in diameter and were 55–85 µm high. This alga was rarely seen in the study area, with few specimens found only in CL1 and CL2 sites (spring sampling) at ca. 22–24 m of depth.

Lithophyllum pustulatum (J. V. Lamouroux) Foslie

Basionym: *Melobesia pustulata* J. V. Lamouroux

Type locality: France

Bisporangial plants were adherent on the substrate with entire margin (diameter up to 20 mm). The uniporate bisporangial conceptacles, convex and crowded with a developed columella at the base (Fig. 3), had chambers of 134–326 µm in diameter and 82–233 µm height. This species was observed in all the sampling sites, except in CL8. It was more abundant in CL2 and CL9.

Tab. 2: Check-list of crustose coralline algae from the Slovenian part of the Gulf of Trieste. The 11 species in bold were found during the present study in the circalittoral belt. Taxa indicated with * are first records.

Tab. 2: Seznam skorjastih koraligenih alg iz slovenskega dela Tržaškega zaliva. 11 vrst, izpisanih krepko, je bilo najdenih tekom pričujoče raziskave v cirkalitoralnem pasu. Taksoni, označeni z *, se beležijo kot nove najdbe.

Taxa	Synonyms and records
<i>Amphiroa kuetzingiana</i> Trevisan	as <i>Amphiroa verruculosa</i> Kützinger : Trieste: Giaccone, 1978; Slovenia: Vukovič, 1984. North Adriatic - <u>Rovinj</u> : Giaccone, 1978.
<i>Amphiroa rigida</i> J.V.Lamouroux	Trieste: Giaccone, 1978; Bressan <i>et al.</i> , 2000. Slovenia: Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980; Turk & Vukovič, 1994. North Adriatic: <u>Rovinj</u> : Giaccone, 1978; Munda, 1979; <u>Gulf of Kvarner</u> : Giaccone, 1978.
<i>Boreolithon van-heurckii</i> (Heydrich) A.S.Harvey & Woelkerling	as <i>Melobesia van-heurckii</i> (Heydrich) Cabioch : Trieste: Giaccone, 1978; Slovenia: Vukovič, 1980, 1984.
<i>Choreonema thuretii</i> (Bornet) F.Schmitz	Trieste: Giaccone, 1978; Slovenia: Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980. Adriatic: Bressan, 1974; North Adriatic- <u>Gulf of Kvarner</u> : Giaccone, 1978.
<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	as <i>Corallina officinalis</i> Linnaeus : <u>Gulf of Trieste</u> : Giaccone & Pignatti, 1967; Pignatti & Giaccone, 1967; Giaccone, 1970; Bressan, 1974; Giaccone, 1978; Franzosini <i>et al.</i> , 1983/84; Franzosini & Bressan, 1988; Bressan <i>et al.</i> , 1991; Bussani & Vukovič, 1992; Bressan <i>et al.</i> , 2000; Falace, 2000; Falace <i>et al.</i> , 2005; Slovenia: Avčin <i>et al.</i> , 1973; Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980; Turk & Vukovič, 1994. North Adriatic - <u>Rovinj</u> : Giaccone, 1978; Munda, 1979; <u>Gulf of Kvarner</u> : Giaccone, 1978. As <i>Corallina officinalis</i> var. <i>flabellifera</i> Schiffner : Slovenia: Vukovič, 1980, 1984; Turk & Vukovič, 1994; Munda, 1991.
<i>Fosliella farinosa</i> f. <i>solmsiana</i> (Falkenberg) Foslie	Slovenia: Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980, 1982a.
<i>Haliptilon virgatum</i> (Zanardini) Garbary & H.W.Johansen	as <i>Corallina granifera</i> J.Ellis & Solander : Trieste: Giaccone, 1978; Bressan <i>et al.</i> , 1991; Falace, 2000; Falace <i>et al.</i> , 2005. Slovenia: Avčin <i>et al.</i> , 1973; Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980, 1982b; Vrišer <i>et al.</i> , 1981; Turk & Vukovič, 1994.
* <i>Hydrolithon boreale</i> (Foslie) Y.M.Chamberlain	Trieste: Falace, 2000; Bressan <i>et al.</i> , 2006. North Adriatic - <u>Rijeka</u> : Zavodnik & Zavodnik, 1992.
<i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamouroux) D.Penrose & Y.M.Chamberlain	as <i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V.Lamouroux) D.Penrose & Y.M.Chamberlain : Trieste: Falace, 2000; Bressan <i>et al.</i> , 2006. Slovenia: Orlando & Bressan, 1998. as <i>Fosliella farinosa</i> (J.V.Lamouroux) M.A.Howe : Trieste: Bressan, 1974; Bressan <i>et al.</i> , 1977; Giaccone, 1978; Franzosini <i>et al.</i> , 1983/84. Slovenia: Avčin <i>et al.</i> , 1973, 1974; Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980, 1982a. North Adriatic: - <u>Gulf of Venezia</u> - <u>Rovinj</u> - <u>Gulf of Kvarner</u> : Giaccone, 1978. as <i>Melobesia farinosa</i> J.V.Lamouroux : Trieste: Schiffner (1916); Giaccone & Pignatti, 1967; Pignatti & Giaccone, 1967; Giaccone, 1970.
<i>Hydrolithon cruciatum</i> (Bressan) Y.M.Chamberlain	Trieste as <i>Fosliella cruciata</i> Bressan : Bressan <i>et al.</i> , 1977; Giaccone, 1978. Slovenia: Orlando & Bressan, 1998.
<i>Jania longifurca</i> Zanardini	Trieste: Giaccone, 1978; Bressan <i>et al.</i> , 2000; Falace <i>et al.</i> , 2005. Slovenia: Matjašič <i>et al.</i> , 1975. North Adriatic - <u>Rovinj</u> : Giaccone, 1978.
<i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux	Trieste: Giaccone & Pignatti, 1967, 1972; Pignatti & Giaccone, 1967; Giaccone, 1970; Ghirardelli <i>et al.</i> , 1973; Giaccone, 1978; Bressan <i>et al.</i> , 1991; 2000; Falace, 2000; Falace <i>et al.</i> , 2005; Bressan <i>et al.</i> , 2006. Slovenia: Avčin <i>et al.</i> , 1973; Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980. North Adriatic - <u>Rovinj</u> : Giaccone, 1978; Munda, 1979. <u>Gulf of Kvarner</u> : Giaccone, 1978.
<i>Lithophyllum corallinae</i> (P.L.Crouan & H.M.Crouan) Heydrich	Adriatic: as <i>Dermatolithon corallinae</i> (P.L.Crouan & H.M.Crouan) Foslie : Giaccone, 1978; Munda, 1979. As <i>Titanoderma corallinae</i> (P.L.Crouan & H.M.Crouan) Woelkerling, Y.M.Chamberlain & P.C.Silva : Slovenia: Orlando & Bressan, 1998.

Taxa	Synonyms and records
<i>Lithophyllum cystoseirae</i> (Hauck) Heydrich	as <i>Dermatolithon cystoseirae</i> (Hauck) H.Huvé : Trieste: Giaccone, 1978. Slovenia: Avčin <i>et al.</i> , 1973, Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980, 1982a, 1982b; Turk & Vukovič, 1994. North Adriatic - Rovinj: Giaccone, 1978. as <i>Dermatolithon papillosum</i> var. <i>cystoseirae</i> (Hauck) M.Lemoine : Trieste: Giaccone & Pignatti, 1967. as <i>Titanoderma cystoseirae</i> (Hauck) Woelkerling, Y.M.Chamberlain & P.C.Silva : Trieste: Bressan & Babbini, 2003.
<i>Lithophyllum decussatum</i> (J.Ellis & Solander) Philippi	as <i>Lithophyllum decussatum</i> (J.Ellis & Solander) Philippi : Slovenia: Turk & Vukovič, 1994.
<i>Lithophyllum incrustans</i> Philippi	Trieste: Giaccone, 1978; Franzosini & Bressan, 1988; Falace, 2000; Falace <i>et al.</i> , 2005; Bressan <i>et al.</i> , 2006. Slovenia: Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980; Munda 1991. North Adriatic - Rovinj: Giaccone, 1978; Munda, 1979.
<i>Lithophyllum papillosum</i> Zanardini	Trieste: Giaccone, 1970. As <i>Goniolithon papillosum</i> (Zanardini ex Hauck) Foslíe : Slovenia: Vukovič, 1984. North Adriatic - Rovinj: Giaccone, 1978.
<i>Lithophyllum pustulatum</i> (J.V.Lamouroux) Foslíe	Trieste: Pignatti & Giaccone, 1967; Curiel <i>et al.</i> , 2000-2001; Gordini <i>et al.</i> , in press. As <i>Dermatolithon hapalidiodes</i> (P.L.Crouan & H.M.Crouan) Foslíe : Trieste: Giaccone & Pignatti, 1967; Pignatti & Giaccone, 1967; Giaccone, 1970, 1978; Franzosini <i>et al.</i> , 1983/84; Franzosini & Bressan, 1988; Falace & Bressan, 1990, 1994. Slovenia: Avčin <i>et al.</i> , 1979. North Adriatic - Rovinj: Giaccone, 1978. As <i>Dermatolithon pustulatum</i> (J.V.Lamouroux) Foslíe : Trieste: Schiffner, 1916; Giaccone, 1970, 1978. North Adriatic: Rovinj - Gulf of Kvarner: Giaccone, 1978. As <i>Titanoderma pustulatum</i> (J.V.Lamouroux) Nägeli : Trieste: Falace & Bressan, 2002; Falace, 2000; Falace <i>et al.</i> , 2005; Bressan & Giaccone, 2005. Slovenia: Orlando & Bressan, 1998. As <i>Titanoderma pustulatum</i> var. <i>canellatum</i> (Kützing) Y.M.Chamberlain : Trieste: Bressan <i>et al.</i> , 2006.
<i>Lithophyllum racemus</i> (Lamarck) Foslíe	Trieste: Giaccone & Pignatti, 1967; Pignatti & Giaccone, 1967; Giaccone, 1970; Giaccone, 1978; Bressan, 1988; Bussani & Vukovič, 1992; Gordini <i>et al.</i> , in press. Slovenia: Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Avčin <i>et al.</i> , 1979; Vukovič, 1980; Turk & Vukovič, 1994. North Adriatic - Rovinj: Giaccone, 1978.
<i>Lithophyllum stictaeforme</i> (Areschoug) Hauck	Slovenia: Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Avčin <i>et al.</i> , 1979; Vukovič, 1980, 1982b; Turk & Vukovič, 1994; Munda, 1991. North Adriatic: - Rovinj - Gulf of Kvarner: Giaccone, 1978.
<i>Lithothamnion corallioides</i> (P.L.Crouan & H.M.Crouan) P.L.Crouan & H.M.Crouan	Trieste: Bressan, 1974; Giaccone, 1978; Bressan & Nichetto, 1994; Bressan & Giaccone, 2005; Gordini <i>et al.</i> , in press; as <i>Lithophyllum solutum</i> (Foslíe) M.Lemoine : Slovenia: Avčin <i>et al.</i> , 1979.
* <i>Lithothamnion minervae</i> Basso	Trieste: Bressan & Giaccone, 2005; Bressan <i>et al.</i> , 2006; Gordini <i>et al.</i> , in press
* <i>Lithothamnion philippii</i> Foslíe	Trieste: Pignatti & Giaccone, 1967; Giaccone, 1970, 1978; Bressan & Giaccone, 2005; Gordini <i>et al.</i> , in press. North Adriatic - Rovinj: Foslíe, 1905; Giaccone, 1978
* <i>Lithothamnion sonderi</i> Hauck	Trieste: Giaccone, 1978
<i>Melobesia membranacea</i> (Esper) J.V.Lamouroux	Trieste: Giaccone, 1978. Slovenia: Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980. As <i>Epilithon membranaceum</i> (Esper) Heydrich : Trieste: Schiffner, 1916; Pignatti & Giaccone, 1967; Giaccone, 1970. North Adriatic - Rovinj: Giaccone, 1978; Munda, 1979. Gulf of Kvarner: Giaccone, 1978.
* <i>Neogoniolithon brassica-florida</i> (Harvey) Setchell & Mason	Trieste: Falace, 2000. As <i>Neogoniolithon notarisii</i> (Dufour) G.Hamel & M.Lemoine : Trieste: Giaccone & Pignatti, 1967; Pignatti & Giaccone, 1967; Giaccone, 1970, 1978. North Adriatic - Rovinj: Giaccone, 1978.
<i>Neogoniolithon mamillosum</i> (Hauck) Setchell & L.R.Mason	Trieste: Giaccone & Pignatti, 1967; Giaccone, 1978; Gordini <i>et al.</i> , in press. Slovenia: Avčin <i>et al.</i> , 1973, 1979; Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980. North Adriatic - Rovinj - Gulf of Kvarner: Giaccone, 1978.

Taxa	Synonyms and records
<i>Phymatolithon lenormandii</i> (J.E. Areschoug) W.H.Adey	<u>Trieste</u> : Giaccone, 1978; Falace, 2000; North Adriatic - <u>Rovinj</u> : Giaccone, 1978. As <i>Lithothamnion lenormandii</i> (J.E.Areschoug) Foslie : <u>Trieste</u> : Pignatti & Giaccone, 1967; Giaccone, 1970. <u>Slovenia</u> : Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980; Munda, 1991.
<i>Pneophyllum confervicola</i> (Kützinger) Y.M.Chamberlain	<u>Trieste</u> : Falace, 2000; Bressan & Babbini, 2003; Gordini <i>et al.</i> , in press. as <i>Fosliella minutula</i> (Foslie) Ganesan : <u>Trieste</u> : Giaccone, 1978. <u>Slovenia</u> : Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Vukovič, 1980. North Adriatic - <u>Rovinj</u> : Giaccone, 1978.
<i>Pneophyllum fragile</i> Kutzing	<u>Trieste</u> : Falace, 2000; Bressan & Babbini, 2003; Bressan <i>et al.</i> , 2006. <u>Slovenia</u> : Orlando & Bressan, 1998. As <i>Fosliella lejolisii</i> (Rosanoff) M.A.Howe : <u>Trieste</u> : Simonetti, 1972; Bressan <i>et al.</i> , 1977; Giaccone, 1978; Franzosini <i>et al.</i> , 1983/84. <u>Slovenia</u> : Vukovič, 1980, 1984. North Adriatic: - <u>Rovinj</u> - <u>Gulf of Kvarner</u> : Giaccone, 1978. As <i>Melobesia lejolisii</i> Rosanoff : <u>Trieste</u> : Giaccone & Pignatti, 1967; Pignatti & Giaccone, 1967; Giaccone, 1970; <u>Grado</u> : Simonetti, 1971. As <i>Pneophyllum lejolisii</i> (Rosanoff) Y.M.Chamberlain : <u>Trieste</u> : Della Valle <i>et al.</i> , 1993.
<i>Spongites fruticulosa</i> Kützinger	as <i>Spongites fruticulosus</i> : <u>Trieste</u> : Bressan & Giaccone, 2005. As <i>Lithothamnium fruticulosum</i> (Kützinger) Foslie : <u>Trieste</u> : Giaccone & Pignatti, 1972; Giaccone, 1978. <u>Slovenia</u> : Matjašič <i>et al.</i> , 1975; Avčin <i>et al.</i> , 1979; Vukovič, 1980. North Adriatic - <u>Rovinj</u> : Giaccone, 1978. As <i>Spongites fruticulosa</i> f. <i>clavulatum</i> Foslie : <u>Trieste</u> : Giaccone, 1970; Pignatti & Giaccone, 1967; Bussani & Vukovič, 1992.

***Lithophyllum racemus* (Lamarck) Foslie**Basionym: *Millepora racemus* Lamarck

Type locality: Sicily

The observed plants were unattached, forming branched sub-globular spheres with branches not densely crowded (Fig. 4). Thalli measured up to 23 mm in diameter and were smaller than standard specimens (up to 80 mm). Only old tetrasporangial uniporate conceptacles immersed in the protuberances were found. Chambers, with a pronounced columella at the base (Fig. 5), had a diameter of 236–327 µm and height of 72–196 µm. Few living thalli were found only in CL1 spring sampling, whilst some not living samples were observed also in CL8.

***Lithothamnion minervae* Basso**

Type locality: Pontian Islands, Tyrrhenian Sea

Both encrusting and sub-globular thalli were found (Fig. 6). The encrusting thalli measured up to 20 mm, with short protuberances (0.5–1 mm), while rhodolites were up to 35 mm with longer protuberances (1–3 mm). Only tetrasporangial plants were found with multiporate conceptacles developing in groups at the apices of the branches. The elliptical chambers had a diameter of 248–487 µm and were 123–218 µm high. Living and not-living thalli were collected in CL1, more rarely in CL2 and CL8, where thalli without reproductive structures and with grazing signs were observed.

***Lithothamnion philippii* Foslie**

Type locality: Funafuti, Ellice Islands

The encrusting thalli were up to 5 cm in diameter and to 6 mm thick. The plant surface was flat or with small mounds, while the margin was thick. The hemispherical or conical gametangial conceptacles were raised (Fig. 7), measuring up to 1000 µm in diameter. The diameter of the chamber was 398–436 µm, and the height was 146–189 µm (Fig. 8). The multiporate conceptacles were convex or with flat roof (Fig. 9), with elliptical chamber of 60–85 µm in diameter and 55–85 µm in height. Old conceptacles were buried in thallus. Tetrasporangial plants were commonly collected in all the examined sites, while the gametangial thalli were observed only in CL2.

***Lithothamnion sonderi* Hauck**

Holotype locality: Helgoland, Germany

The encrusting thalli were thin or up to 3 mm thick, with a diameter of 3–5 cm. The plant surface was smooth, the margin entire, thin or sometimes lobed. Confluences of adjacent thalli formed small crests. The multiporate conceptacles were slightly raised (Fig. 10), with flat roof and elliptical chamber (Fig. 11) of 140–418 µm in diameter and 88–137 µm in height.

This species was observed in all the sampling sites.

***Neogoniolithon brassica-florida* (Harvey) Setchell & L. R. Mason**Basionym: *Melobesia brassica-florida* Harvey

Type locality: Algoa Bay, Cape Province, South Africa

The plants were encrusting, with diameter up to 36 mm and thickness up to 1 mm. The surface of thalli was smooth, sometimes glossy, with margin entire and thick. Gametangial conceptacles were numerous and flask-shaped with chambers measuring 290–380 µm in diameter and 340–567 µm in height. Tetrasporangial conceptacles were uniporate, hemispherical or conical (Fig. 12). The chambers measured 330–657 µm in diameter and were 211–267 µm high. Old conceptacles were buried in thallus. Trichocytes were common.

Few samples of this species were observed only in spring sampling in CL1 and CL2 sites.

***Neogoniolithon mamillosum* (Hauck) Setchell & L. R. Mason**Basionym: *Lithothamnion mamillosum* Hauck

The encrusting thalli were frequently mamillate (Fig. 13), reaching up to 6 cm in diameter and 0.5–0.8 mm of thickness. The margin was entire and thin. Gametangial conceptacles were raised, flask-shaped, with chambers measuring 316–540 µm in diameter and 187–370 µm in height. Tetrasporangial conceptacles were uniporate, raised, hemispherical or conical. Chambers were 269–390 µm in diameter and 100–188 µm in height. Few samples were observed in all sites, except for CL8.

***Phymatolithon lenormandii* (Areschoug) W. H. Adey**Basionym: *Melobesia lenormandii* Areschoug

Type locality: Arromanches-les-Bains, Calvados, France

The encrusting thalli had a diameter up to 4.5 cm and thickness up to 190 µm. All the collected thalli had flat surface and entire margin, with or without orbital ridges.

Only tetrasporangial plants with multiporate conceptacles were observed (Fig. 14), slightly raised and with a flat roof. Chambers measured 135–223 µm in diameter, and 67–134 µm in height. Specimens were observed only at CL2, and one single specimen was found at CL9.

***Pneophyllum confervicola* (Kützinger) Y. M. Chamberlain**Basionym: *Phylactidium confervicola* Kützinger

Type locality: Trieste, Italy

Thalli were encrusting, orbicular or partially unconsolidated, with diameter of 12 mm and 8 µm of thickness. The surface had a mat texture and the margin was thin. Trichocytes were common (Fig. 15). Only tetra/bisporangial uniporate bubble-like conceptacles (Fig. 16) were observed, with domed chambers measur-

ing 54–93 µm in diameter and 31–77 µm in height. Sometimes, at the base of the chambers a small *columnella* was present.

***Pneophyllum fragile* Kützinger**

Type locality: Mediterranean Sea

Type species (holotype) of the genus *Pneophyllum*

The encrusting thalli were orbicular with a diameter up to 6 mm and thickness up to 15 µm. The surface of the plant had a grainy texture and the margin was lobed and thin (Fig. 17). Trichocytes were common. Only tetra/bisporangial plants were observed. The elliptical conceptacles had a chambers diameter of 52–110 µm and height of 26–67 µm. It was observed in all the sampling sites, except in spring in CL1 and CL2.

Coralline algal flora in the circalittoral zone

So far, 31 species of coralline algae have been reported in the literature for the Slovenian coast (Tab. 2). However, some of these species were observed only once (Tab. 2) and have not been detected in more recent studies, so their presence should be reinvestigated.

During the present study, the faunistic and floristic aspects of the biocoenosis of coastal detritic bottom in the circalittoral were analysed. Eleven species of coralline algae were recorded in circalittoral samples. Five of them represent a new record for the Slovenian part of the Gulf of Trieste, while they have already been recorded in the Italian part. In particular, *H. boreale* is a very common species, both as an epilith and epiphyte, mainly in the littoral but also at the '»Dosso of S. Croce«' at the depth of about 11 m (Bressan *et al.*, 2006). In the Gulf of Trieste, *P. fragile* is present as an epilith or epiphyte, in particular on *Corallina* and *Jania* species, and on seagrasses, while *L. minervae* and *L. philippii* are important coralline algae of the '»Tegnùe«' (Gordini *et al.*, in press). *L. minervae*, which is endemic in the Mediterranean Sea (Basso *et al.*, 2004), is commonly found in the Gulf of the Trieste as rhodolith on the detritic bottoms or as an encrusting species on rocks or shells, also near the '»Dosso of Santa Croce«'. Few specimens of *P. confervicola* were found only in the CL8 site, while in other parts of the Gulf of Trieste it is common as an epiphyte on algae and molluscs. *N. brassica-florida* is quite common, especially near fresh water springs as an epilith, while *L. sonderi* was rarely found (Giaccone, 1978). During the present research, *L. sonderi* was found widespread in all study sites, while *N. mamillosum* was less frequent. In the Gulf of Trieste it was found in the coralligenous of some '»Tegnùe«' (Gordini *et al.*, in press). These species are mentioned as important builders of coralligenous in the '»Draft Lists of coralligenous/maërl populations and of main species to be considered by the inventory and monitoring«' of the RAC-SPA (UNEP(DEPI)/MED WG.362/3, 2011). Never-

theless, *L. minervae* and *L. philippii*, abundant in all sampling sites, were not reported in this list even if they were previously mentioned as the main algal builders in the »Proposal of a Work Programme on Protecting the Coralligenous and other Calcareous Bio-Concretions in the Mediterranean« (UNEP(DEC)/MED WG. 308/9, 2007). These species can significantly contribute to the bioconstruction process (Bressan & Babbini, 2003; Bressan *et al.*, 2009; Giaccone *et al.*, 2009) in particular in the Northern Adriatic, where *L. minervae* represents one of the main reef forming algae on the »Tegnùe« of Chioggia (Fava *et al.*, 2008; Ponti *et al.*, 2011). Moreover, *L. philippii* seems to be one of the most important building species on the »Tegnùe« in the Gulf of Trieste (Gordini *et al.*, in press) and in the Gulf of Venice (ARPAV-MSN Venezia, 2008).

In the biocoenosis of the coastal detritic bottom (sites CL1 and CL2) the encrusting forms prevailed in autumn, while in spring a conspicuous presence of prâline rhodoliths (*sensu* Basso, 1998) was observed. The site CL9 revealed a similar algal composition, but with a greater abundance of *L. minervae* subfossil thalli. The endemic Mediterranean *L. racemus* is particularly frequent under constant and important current action (Basso, 1996). Few living thalli were found only in sites CL1 and CL2, while fossil thalli were abundant in site CL8 (on the *Cladocora caespitosa* bank). These observations seem to indicate that the rhodolith forming species *L. racemus* and *L. minervae* are occasionally forced to the Slovenian shore by currents from the central-western area of the Gulf of Trieste where these species are common (Orel *et al.*, 81/82; Bressan & Giaccone, 2005; Bressan *et al.*, 2006).

Banks of stony corals

The site located off Cape Ronek (CL8) is characterised by the presence of the Mediterranean Stony coral reef with dead basal colonies and fossil rhodoliths, as well as encrusting thalli. To our knowledge, such habitat types are not common in the studied area nor were they in the past. Banks of *C. caespitosa* are not frequent in the rest of the Mediterranean Sea either, since they are reported only in the Ligurian Sea (Morri *et al.*, 1994), the Adriatic Sea (Kružić & Požar-Domac, 2003) and the Aegean Sea (Kühlmann, 1996). Seven coralline algal species were found in such bioconcretions. However, the number of studied samples is rather small, so that the number of the recorded species could probably increase following new planned surveys in the studied area.

It seems that the Mediterranean stony coral is undergoing a rapid decrease in both size and spatial distribution in the Mediterranean Sea (Morri *et al.*, 2001); hence it would be of great importance to study and analyse biological and ecological aspects of such banks in the Slovenian part in order to establish possible measures of protection as well. We also believe that the bank of the Mediterranean stony coral of the northern Adriatic offers possibilities for new records of coralline algae.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Žiga Dobrajc, Milijan Šiško, Tihomir Makovec, Nicola Bettoso and Marko Tadejević for their help during the fieldwork. This study was financially supported by the Ministry of Environment and Spatial planning of Slovenia.

PRISPEVEK K POZNAVANJU RAZŠIRJENOSTI KORALIGENIH ALG V SLOVENSKEM CIRKALITORALNEM PASU (SEVERNI JADRAN)

Annalisa FALACE & Sara KALEB

Department of Life Sciences, University of Trieste, I-34127 Trieste, Via L. Giorgieri 10, Italy
E-mail: falace@univ.trieste.it

Martina ORLANDO-BONACA, Borut MAVRIČ & Lovrenc LIPEJ

Morska biološka postaja, Nacionalni inštitut za biologijo, SI-6330 Piran, Fornače 41, Slovenija

POVZETEK

Avtorji poročajo o novih najdbah koraligenske flore alg za Slovenijo, pridobljenih v slovenskem delu Tržaškega zaliva tekom recentnih vzorčevanj nekaterih posebnih habitatnih tipov, kot so biocenoza obrežnega detritnega dna, biokonkrekcije iz koraligenih alg znane pod imenom »trezze« oziroma »tegnue« in koralnega grebena sredozemske kamene koralne *Cladocora caespitosa*. Izmed teh je bilo pet vrst prvič ugotovljenih za slovenski del Tržaškega zaliva, in sicer vrste *Hydrolithon boreale*, *Lithothamnion minervae*, *L. philippii*, *L. sonderi* in *Neogoniolithon brassica-florida*.

Ključne besede: koraligene alge, cirkalitoral, *Cladocora caespitosa*, severni Jadran, Slovenija

REFERENCES

- ARPAV, MSN Venezia (2008):** Le tegnùe: ambiente organismi curiosità. Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Veneto, Museo di Storia Naturale di Venezia, 127 p.
- Avčín, A., I. Keržan, L. Kubik, N. Meith-Avčín, J. Štirn, P. Tušnik, T. Valentinčič, B. Vrišer & A. Vukovič (1973):** Akvatični ekosistemi v Strunjanskem zalivu I. Preliminarno poročilo. V: Akvatični sistemi v Strunjanskem zalivu I: skupno delo. Prispevki k znanosti o morju. Inštitut za biologijo univerze v Ljubljani, Morska biološka postaja Portorož, 5, 168–216.
- Avčín, A., N. Meith-Avčín, A. Vukovič & B. Vrišer (1974):** Primerjava bentoških združb Strunjanskega in Koprškega zaliva z ozirom na njihove polucijsko pogojene razlike. Biol. vestn., 22 (2), 171–208.
- Avčín, A., B. Vrišer & A. Vukovič (1979):** Ekosistemske spremembe na območju podmorskega izpusta mestnih odplak portoroško-piranskega omrežja. Slovensko morje in zaledje, 2–3, 281–299.
- Ballesteros, E. (2006):** Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 44, 123–195.
- Ballesteros, E. (2008):** Action plan for the conservation of the coralligenous and other calcareous bio-concretion in the Mediterranean Sea. RAC/SPA, 25 p.
- Basso, D. (1996):** Soft bottom Mediterranean calcareous algae (non-geniculate Corallinales): Distribution and ecology. In: Atti del Congresso dell'Associazione Italiana di Oceanologia e Limnologia (Sorrento Ottobre 26–28 1994), Genova A.I.O.L. G. Albertelli, A. de Malo & M. Piccazzo (eds), 225–234.
- Basso, D. (1998):** Deep rhodolith distribution in the Pontian Islands, Italy: a model for the paleoecology of a temperate sea. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 137, 173–187.
- Basso, D., G. Rodondi & M. Mari (2004):** A comparative study between *Lithothamnion minervae* and the type material of *Millepora fasciculata* (Corallinales, Rhodophyta). Phycologia 43, 215–223.
- Bressan, G. (1974):** Rodoficee calcaree dei mari Italiani. Boll. Soc. Adriat. Sci. Nat. Trieste, 59, 1–132.
- Bressan, G. (1988):** Appunti sulla fattibilità di una barriera artificiale sommersa nel Golfo di Trieste. Processi di colonizzazione e fitocenosi guida. Hydrores, 6, 47–56.
- Bressan, G., D. Miniati-Radin & L. Smunin (1977):** Ricerche sul genere *Fosliella* (Corallinales–Rhodophyta): *Fosliella cruciata* sp. nov. Giorn. Bot. Ital., 111, 27–44.
- Bressan, G., L. Sergi & C. Welker (1991):** Variazioni della distribuzione batimetrica di macroalghe dell'infra-litorale fotofilo nel Golfo di Trieste (Mare Adriatico). Boll. Soc. Adriat. Sci. Nat. Trieste, 72, 107–126.
- Bressan, G. & P. Nichetto (1994):** Some observations on the maerl distribution in the northern Adriatic Sea. Acta Adriatic., 35, 15–20.
- Bressan, G., F. Trebbi & L. Babbini (2000):** Variazioni di distribuzione batimetrica di macrofitobenthos nel Parco marino di Miramare (Golfo di Trieste) in rapporto a condizioni edafiche. Biol. Mar. Medit., 7, 528–540.
- Bressan, G. & L. Babbini (2003):** Biodiversità marina delle coste Italiane: Corallinales del Mar Mediterraneo: guida alla determinazione. Biol. Mar. Medit., 10 (Suppl. 2), 237 p.
- Bressan, G. & T. Giaccone (2005):** Corallinales fossili nei sedimenti del Dosso di S. Croce (Golfo di Trieste, Alto Adriatico): descrittori paleoambientali. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., 38, 173–191.
- Bressan, G., A. Di Pascoli & L. Babbini (2006):** Popolamenti fitobentonici. In: Studio della produttività primaria e della produzione secondaria delle strutture artificiali sommerse poste in prossimità del Dosso di S. Croce-Golfo di Trieste – Alto Adriatico, 23–43.
- Bressan, G., G. Giaccone & G. Relini (2009):** Proposte didattiche. In: Biocostruzioni marine, Elementi di architettura naturale. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Museo Friulano di Storia Naturale, Comune di Udine, 143–149.
- Bussani, M. & A. Vukovič (1992):** Le alghe di Miramare. Hydrores Information, 9 (Suppl.) 10, 1–48.
- Castelli, A., C. Lardicci & D. Tagliapietra (2003):** Il macrobenthos di fondo molle. Biol. Mar. Medit., 10 (Suppl.), 109–144.
- Curiel, D., G. Orel & M. Marzocchi (2000–2001):** Prime indagini sui popolamenti algali degli affioramenti rocciosi del Nord Adriatico. Boll. Soc. Adriat. Scienze, 80, 3–16.
- Della Valle, G., C. Welker & G. Bressan (1993):** Short term variations in biofouling (Gulf of Trieste, North Adriatic Sea). Oebalia, 19, 173–182.
- Falace, A. (2000):** Variazioni fisionomiche spaziotemporali della vegetazione sommersa del Golfo di Trieste: analisi delle principali influenze ambientali. Ph.D. Thesis. University of Trieste.
- Falace, A. & G. Bressan (1990):** Dinamica della colonizzazione algale di una barriera artificiale sommersa nel Golfo di Trieste: macrofouling. Hydrores, 8, 5–27.
- Falace, A. & G. Bressan (1994):** Some observations on periphyton colonization of artificial substrata in the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea). Bull. Marine Sciences, 55(2–3), 924–931.
- Falace, A. & G. Bressan (2002):** Evaluation of the incidence of inclination of substrate panels on seasonal changes in a macrophytobenthic community. 2002 ICES Journal of Marine Science, 59, 116–121.
- Falace, A., A. Di Pascoli & G. Bressan (2005):** Valutazione della biodiversità nella Riserva Marina di Miramare (Nord Adriatico): macroalghe marine bentoniche. Biol. Mar. Medit., 12(1), 88–98.

- Fava, F., M. Ponti & M. Abbiati (2008):** Possible effects of different protection levels on the epibenthic assemblages: the tegnùe of Chioggia. *Biol. Mar. Mediterr.*, 15(1), 158–159.
- Franzosini, C. & G. Bressan (1988):** Calibrazioni metodologiche nello studio del macrophytobenthos nella Riserva Parco Marino di Miramare (Trieste, Italy): 1. Rilievi senza prelievo. *Atti Mus. Civico Storia Nat. Trieste*, 41, 143–159.
- Franzosini, C., V. Verardo, L. A. Ghirardelli & G. Bressan (1983–1984):** La flora algale presso il Laboratorio di Biologia Marina di Aurisina-Filtri (Trieste – North Adriatic Sea): Macrophytobenthos. *Nova Thalassia*, 6, 83–95.
- Giaccone, G. (1970):** Raccolte di fitobenthos sulla banchina continentale Italiana. *Giorn. Bot. Ital.*, 103, 485–514.
- Giaccone, G. (1978):** Revisione della flora marina del mare Adriatico. *Annuario del WWF, Parco Marino di Miramare Trieste*, 6, 5–118.
- Giaccone, G. & S. Pignatti (1967):** Studi sulla produttività primaria del fitobentos nel Golfo di Trieste. II. La vegetazione del Golfo di Trieste. *Nova Thalassia*, 3, 1–28.
- Giaccone G. & S. Pignatti (1972):** Vegetazione algale costiera del Golfo di Trieste. *Inform. Bot. Ital.*, 3, 188–189.
- Giaccone, T., G. Giaccone, D. Basso & G. Bressan (2009):** Le alghe. In: *Biocostruzioni marine, Elementi di architettura naturale*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Museo Friulano di Storia Naturale, Comune di Udine, 29–44.
- Ghirardelli, E., G. Orel & G. Giaccone (1973):** L'inquinamento del Golfo di Trieste. *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*, 28 (2), 431–450.
- Gordini, E., A. Falace, S. Kaleb, F. Donda, R. Marocco & G. Tunis (In press):** Methane-related carbonate cementation of marine sediments and related macroalgal coralligenous assemblages in the Northern Adriatic Sea. In: *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat: Geohab Atlas of Seafloor Geomorphic Features and Benthic Habitats*. Edit Elsevier Insights.
- Holme, N. A. & A. D. McIntyre (1984):** Methods for the study of marine benthos. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 387 p.
- Irvine, L. M. & Y. M. Chamberlain (1994):** Seaweeds of the British Isles, 1 (2B). Corallinales, Hildenbrandiales. London: HMSO, vii + 276 p.
- Kružić, P. & A. Požar-Domac (2003):** Banks of the coral *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in the Adriatic Sea. *Coral Reefs*, 22(4), 536.
- Kühlmann, D. H. H. (1996):** Preliminary report on Holocene submarine accumulations of *Cladocora caespitosa* (L., 1767) in the Mediterranean. *Göttinger Arbeit Geologie Paläontologie*, 2, 65–69.
- Lipej, L., M. Orlando-Bonaca & M. Šiško (2003):** Coastal Fish Diversity in Three Marine Protected Areas and One Unprotected Area in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *P.S.Z.N.: Marine Ecology*, 24, 259–273.
- Lipej, L., R. Turk & T. Makovec (2006):** Endangered species and habitat types in the Slovenian Sea. *Zavod RS za varstvo narave*. Ljubljana, 264 p.
- Matjašič, J., J. Štirn, A. Avčin, L. Kubik, T. Valentinčič, F. Velkovich & A. Vuković (1975):** Flora in favna Severnega Jadrana, prispevek 1. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Razred za prirodoslovne vede, 54 p.
- Morri, C., A. Peirano, C. N. Bianchi & M. Sassarini (1994):** Present day bioconstructions of the hard coral, *Cladocora caespitosa* (L.) (Anthozoa, Scleractinia), in the Eastern Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Biol. Mar. Medit.*, 1(1), 371–372.
- Morri, C., A. Peirano & C. N. Bianchi (2001):** Is the Mediterranean coral *Cladocora caespitosa* an indicator of climatic change? *Archo Ocanogr. Limnol.*, 22: 139–144.
- Munda, I. M. (1979):** Some Fucacean associations from the vicinity of Rovinj, Istrian Coast, Northern Adriatic. *Nova Hedwigia*, 31, 607–666.
- Munda, I. (1991):** Algal resources in polluted sites of the Northern Adriatic (vicinity of Piran). *Acta Adriatica*, 32 (2), 682–704.
- Orel G., E. Vio & C. Brunello Zanitti (1981–82):** I popolamenti bentonici antistanti le lagune di Grado e di Marano (Alto Adriatico). *Nova Thalassia*, 5: 31–56.
- Orlando, M. & G. Bressan (1998):** Colonizzazione di macroepifiti algali su *Posidonia oceanica* (L.) Delile lungo il litorale sloveno (Golfo di Trieste - Nord Adriatico). *Ann. Ser. hist. nat.*, 13, 109–120.
- Orlando-Bonaca, M. & L. Lipej (2005):** Factors affecting habitat occupancy of fish assemblage in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Marine Ecology*, 26, 42–53.
- Péres, J.-M. & J. Picard (1964):** Nouveau manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 47 (31), 3–137.
- Pergent, G. (2009):** Coastal and marine key habitats in the Mediterranean Sea. *Varstvo Narave*, 22, 25–31.
- Pignatti, S. & G. Giaccone (1967):** Studi sulla produttività primaria del fitobentos nel Golfo di Trieste. I. Flora sommersa del Golfo di Trieste. *Nova Thalassia*, 3(1), 1–17.
- Ponti, M., F. Fava & M. Abbiati (2011):** Spatial-temporal variability of epibenthic assemblages on subtidal biogenic reefs in the northern Adriatic Sea. *Marine Biology (in press)*. <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-011-1661-3>.
- Schiffner, V. (1916):** Studien über algen der Adriatischen meers. *Wiss. Meeresuntersuch.*, Abt. Helgoland., 11, 129–198.
- Simonetti, G. (1972):** I consorzi a fanerogame marine nel Golfo di Trieste. *Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti, Cl. Sci. Mat. Nat.*, 131, 459–502.

Thiers, B. [continuously updated]. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>

Turk, R. & A. Vukovič (1994): Preliminarna inventarizacija in topografija flore in favne morskega dela naravnega rezervata Strunjan. *Annales, Ser. hist. nat.*, 4, 101–112.

UNEP(DEC)/MED WG, 308/9 (2007): Proposal of a Work Programme on Protecting the Coralligenous and other Calcareous Bio-Concretions in the Mediterranean. Ed. RAC/SPA, Tunis, 18 p.

UNEP-MAP-RAC/SPA (2008): Action plan for the conservation of the coralligenous and other calcareous bioconcretions in the Mediterranean Sea. Ed. RAC/SPA, Tunis, 21 p.

UNEP (DEPI)/MED WG.362/3 (2011): Draft Lists of coralligenous/maërl populations and of main species to be considered by the inventory and monitoring. Ed. RAC/SPA, Tunis, 11 p.

Vrišer, B., A. Avčin & A. Vukovič (1981): Značilnosti bentoških združb v Izolskem zalivu. *Slovensko morje in zaledje*, 4–5, 201–206.

Vukovič, A. (1980): Asociacije morskih bentoških alg v Piranskem zalivu. *Biol. vestn.*, 2 (28), 103–124.

Vukovič, A. (1982a): Bentoška vegetacija Koprškega zaliva. *Acta Adriat.*, 23 (1/2), 227–235.

Vukovič, A. (1982b): Florofavnistične spremembe infralitorala po populacijski eksploziji *Paracentrotus lividus* (L.) = Florofavnistic changes in the infralitoral zone after the sea urchin *Paracentrotus lividus* (L.) population explosion. *Acta Adriat.*, 23 (1/2), 237–241.

Vukovič, A. (1984): Prispevek k poznavanju flore morskih alg Slovenije = Contribution to the knowledge of marine benthic algae of Slovenia. *Slov. morje zaledje*, VII (6–7), 187–193.

Woelkerling, W. J. (1988): The coralline red algae: an analysis of the genera and subfamilies of nongeniculate Corallinaceae. British Museum (Natural History), Oxford University Press., 268 p.

Woelkerling, W. J., L. M. Irvine & A. S. Harvey (1993): Growth-forms in non-geniculate Coralline red algae (Corallinales, Rhodophyta). *Australian Systematic Botany*, 6, 277–293.

PLATE 1 / TABLA 1

Fig. 2: *Hydrolithon boreale*.

Sl. 2: *Hydrolithon boreale*.

Fig. 3: *Lithophyllum pustulatum* (uniporate sporangial conceptacles).

Sl. 3: *Lithophyllum pustulatum* (enoporni konceptakli na sporangijih).

Fig. 4: *Lithophyllum racemus*.

Sl. 4: *Lithophyllum racemus*.

Fig. 5: *Lithophyllum racemus* (conceptacle chamber with columella).

Sl. 5: *Lithophyllum racemus* (komora konceptakla z kolumelo).

Fig. 6: Free-living plant of *Lithothamnion minervae*.

Sl. 6: Prosto živeča *Lithothamnion minervae*.

Fig. 7: *Lithothamnion philippii* (gametangial conceptacle).

Sl. 7: *Lithothamnion philippii* (konceptakel na gametangiju).

PLATE 2 / TABLA 2

Fig. 8: *Lithothamnion philippii* (chamber of a gametangial conceptacle).

Sl. 8: *Lithothamnion philippii* (komora konceptakla na gametangiju).

Fig. 9: *Lithothamnion philippii* (sporangial multiporate conceptacle).

Sl. 9: *Lithothamnion philippii* (večporni konceptakel na sporangiju).

Fig. 10: *Lithothamnion sonderi* (multiporate conceptacles).

Sl. 10: *Lithothamnion sonderi* (večporni konceptakli).

Fig. 11: *Lithothamnion sonderi* (sporangial conceptacle).

Sl. 11: *Lithothamnion sonderi* (konceptakel na sporangiju).

Fig. 12: *Neogoniolithon brassica-florida* (tetrasporangial conceptacles).

Sl. 12: *Neogoniolithon brassica-florida* (konceptakli na tetrasporangiju).

Fig. 13: *Neogoniolithon mamillosum* (conceptacles grouped on the protuberances).

Sl. 13: *Neogoniolithon mamillosum* (konceptakli združeni v izbokline).

PLATE 3 / TABLA 3

Fig. 14: *Phymatolithon lenormandii* (multiporate conceptacles).

Sl. 14: *Phymatolithon lenormandii* (večporni konceptakli).

Fig. 15: *Pneophyllum confervicola* (trichocytes on thallus surface).

Sl. 15: *Pneophyllum confervicola* (trihocite na površini stelke).

Fig. 16: *Pneophyllum confervicola* (sporangial plant with uniporate conceptacle).

Sl. 16: *Pneophyllum confervicola* (sporangij z enopornim konceptaklom).

Fig. 17: *Pneophyllum fragile*.

Sl. 17: *Pneophyllum fragile*.

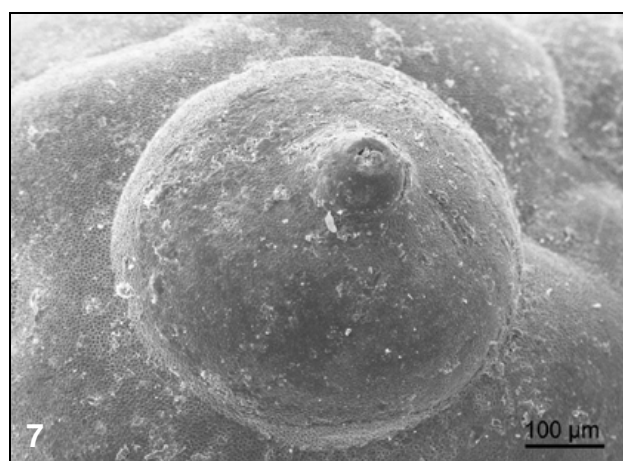
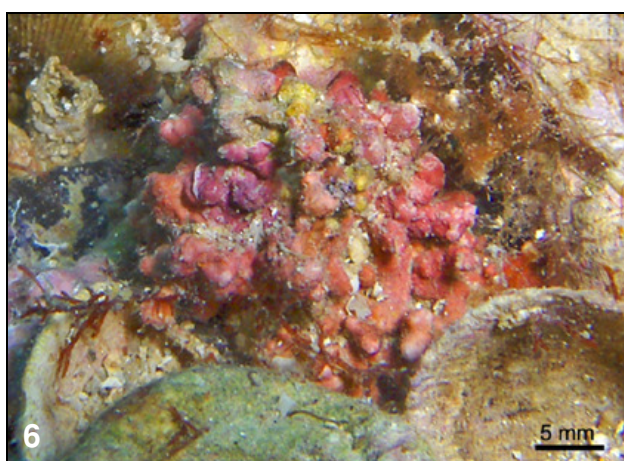
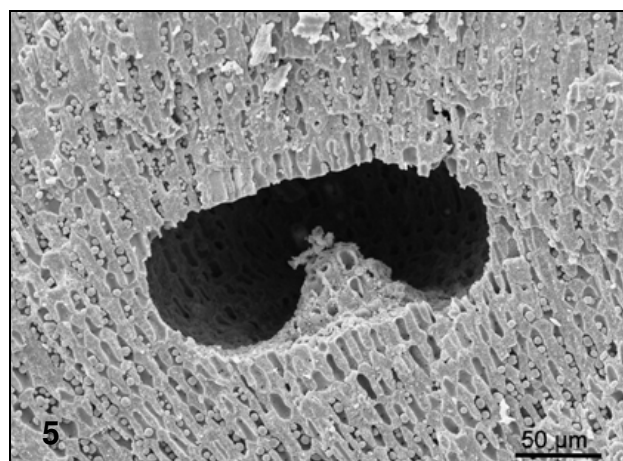
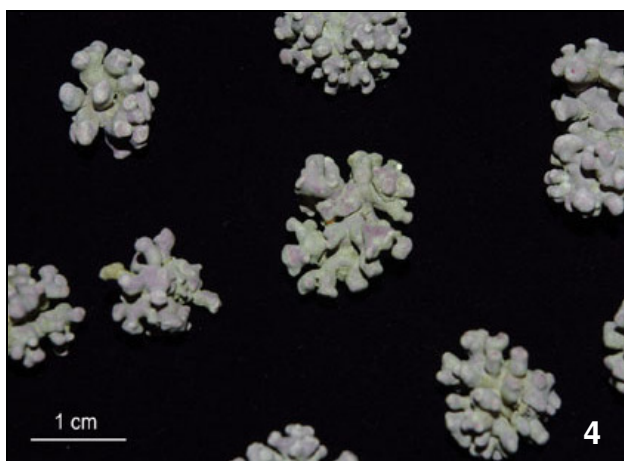
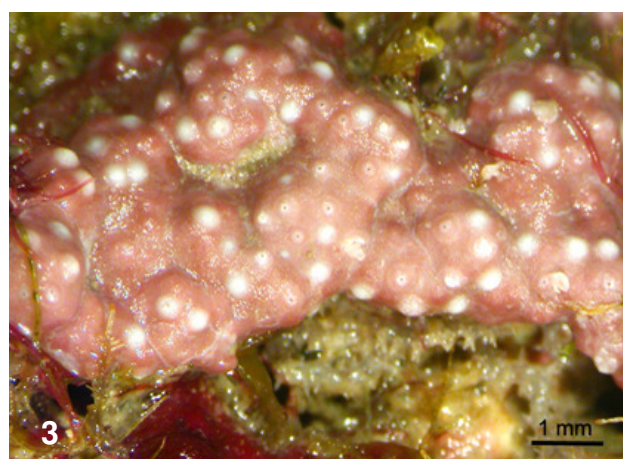


PLATE 1 / TABLA 1

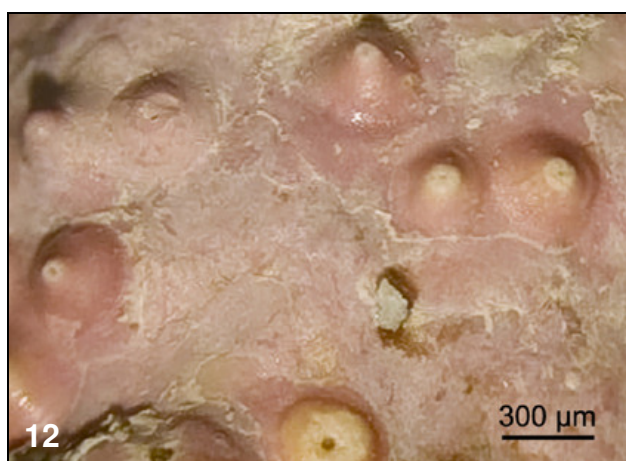
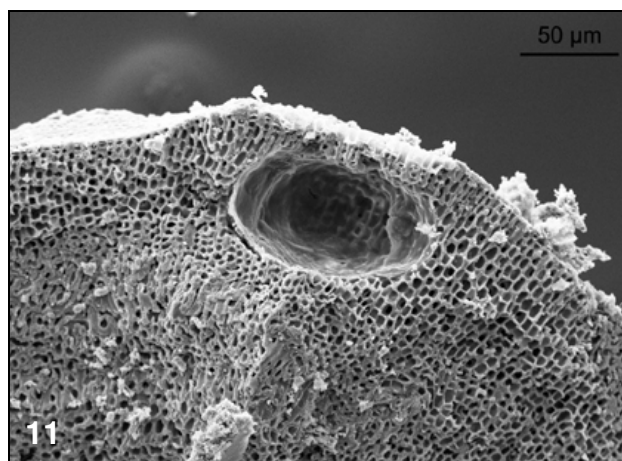
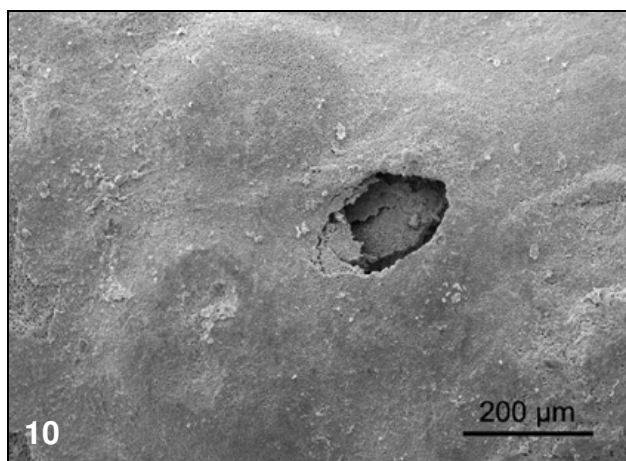
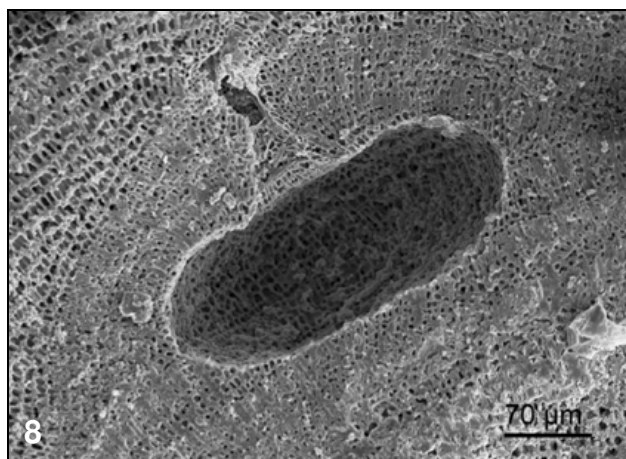


PLATE 2 / TABLA 2

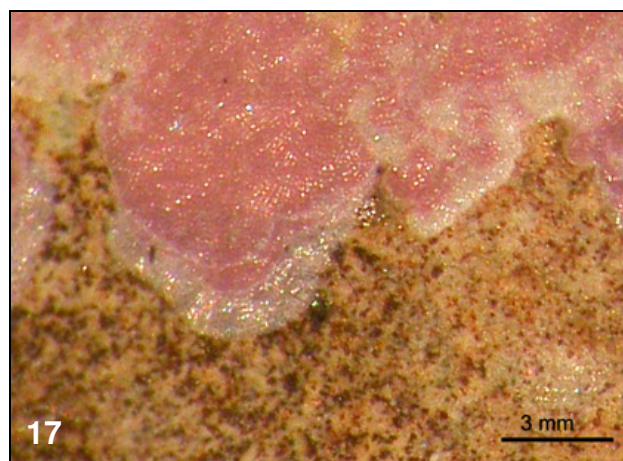
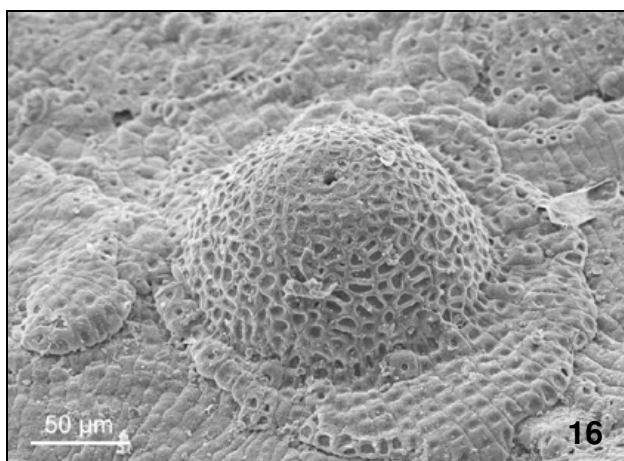
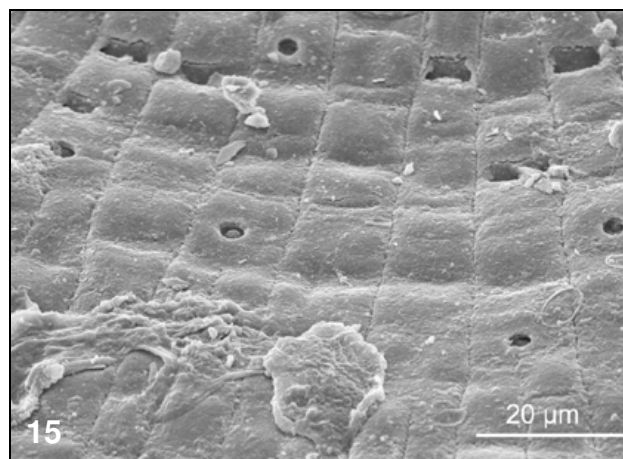
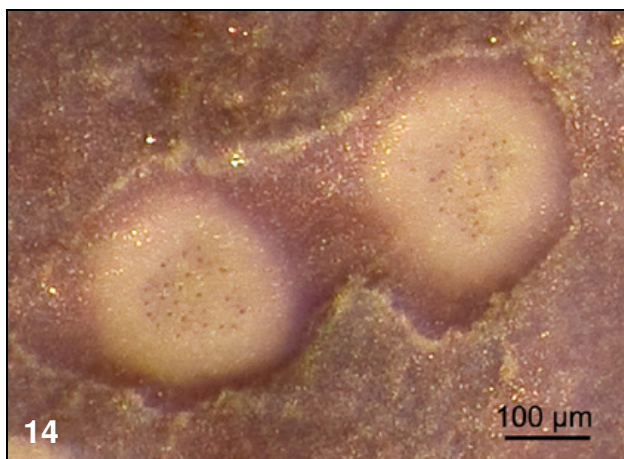


PLATE 3 / TABLA 3

Compendio
Ricevuto: 2011-02-23

UDC 581.522.6(292.463/.464)

LA FLORA ENDEMICO-VICARIANTE DELLE PENISOLE ITALIANA E BALCANICA: ORIGINI E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Amelio PEZZETTA

I-34149 Trieste, Via Monteperalba 34, Italia

E-mail: fonterossi@libero.it

SINTESI

Nel presente lavoro si elenca il numero di entità vegetali endemico-vicarianti italiane e balcaniche, si riporta la loro distribuzione geografica e ci si pone il problema delle possibili origini e dell'epoca di migrazioni e speciazioni. In totale sono stati conteggiati 547 taxa endemici italiani a cui corrispondono oltre 614 taxa endemici e vicarianti balcanici che si originarono in diverse ere geologiche.

Parole chiave: flora, endemismo, vicarianza geografica, speciazione allopatrica, penisola italiana, penisola balcanica

THE ENDEMIC AND VICARIANT FLORA OF ITALIAN AND BALCAN PENINSULAS: GENESIS AND GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION

ABSTRACT

The aim of this review is to determine the number of vegetal taxa of Italian and Balcan Peninsula endemics and vicariants, together with their geographical distribution. The questions of the genesis and the beginning of the speciation and migration processes are tackled. In total we have 547 Italian endemic taxa and 614 Balcanic endemic taxa, with different origin according to the geologic time periods.

Key words: flora, endemism, vicariance, allopatric speciation, Italian Peninsula, Balcan Peninsula

INTRODUZIONE

La conoscenza degli endemismi vegetali è considerata l'aspetto che meglio caratterizza la flora di un territorio in quanto esclusiva dello stesso. Inoltre assume anche una grandissima importanza per interpretare i processi di speciazione e di conservazione che vi si sono svolti e le principali vicende storiche e paleogeografiche che hanno contraddistinto le fasi della genesi e dell'evoluzione floristica locale.

Di conseguenza lo studio delle entità endemiche vicarianti si presta in modo molto efficace per approfondire i legami e le connessioni tra le flore delle due penisole italiane e balcaniche poiché esclusive delle stesse, indicative di possibili rotte migratorie da una parte all'altra ed anche di processi evolutivi da uno o più antenati comuni.

Nel presente lavoro mediante la consultazione dei dati di letteratura delle flore nazionali, della flora europea, dell'euro-med checklist e dei contributi scientifici citati in bibliografia verrà conteggiato il numero dei taxa endemico-vicarianti presenti su entrambe le due penisole e la loro distribuzione regionale in quella italiana e nazionale in quella balcanica.

In seguito si formuleranno l'ipotesi riguardo la loro origine, l'era geologica di migrazione e di speciazione.

Gli studi sinora effettuati non hanno preso in considerazione l'insieme delle entità endemico-vicarianti italo-balcaniche ma si sono limitati a pochi taxa e regioni. In tal senso alcuni lavori sono stati realizzati da: Baldacci (1898), Horvat (1962), Bono (1969), Ferrarini (1970), Ozenda (1978), Martini (1982), Corbetta & Pironi (1996), Passalacqua (2000), Hellwig (2004), Kucera *et al.* (2010) etc. Di tali lavori si riprenderanno le conclusioni più importanti integrandole con le osservazioni e conclusioni dello scrivente.

Prima di entrare nel merito dei risultati ottenuti con le ricerche effettuate e con la loro discussione, si ritiene opportuno dire qualcosa riguardo i taxa endemici vicarianti geografici e le loro origini.

In generale per vicarianti geografici s'intendono due o più organismi viventi molto affini, legati da strette relazioni filetiche e che hanno una diversa distribuzione geografica. Oltre che geografica la vicarianza può essere ecologica se gli organismi considerati occupano nicchie diverse oppure edafica se invece occupano tipi di suoli diversi.

Un classico esempio di vicarianza edafica è rappresentato da *Carex curvula* che attecchisce su suoli acidi a base di silicati e da *Carex firma* che invece attecchisce su terreni calcarei alcalini.

Quando all'interno dell'areale di un taxa insorge una barriera che impedisce ai vari organismi di venire a contatto tra loro può succedere che lentamente tra gli individui posti ai due lati della stessa inizi un processo di mutazione genica che può portare alla formazione di

nuovi caratteri morfologico-anatomici e quindi a nuove specie. In questo caso l'areale primitivo si scinde in due o più areali minori occupati dalle nuove entità.

La barriera inizialmente geografica, in seguito si trasforma in ecologica impedendo i movimenti degli organismi viventi e gli scambi genetici tra gli stessi. Essa si può formare a causa di una trasgressione marina, un'eruzione vulcanica, la formazione di una catena montuosa, i cambiamenti climatici e con i movimenti della crosta terrestre che può separare due placche un tempo unite tra loro. In questo caso il tentativo di studiare l'areale antico di un taxa da cui si sono originati altri vicarianti geografici porta a considerare anche le vicende paleoclimatiche e i movimenti della crosta terrestre che in ere passate hanno interessato il territorio considerato. Anche l'uomo alterando gli ambienti naturali può contribuire a formare barriere geografiche che aumentano le distanze tra le diverse popolazioni interrompendo i flussi genici.

Secondo Zunino & Zullini (2004) al concetto di vicarianza spesso si associa anche quello di legame stabile tra organismi viventi in esame e il loro areale. Può accadere che il biota si sposti venendo a occupare un territorio diverso da quello iniziale, con parti separate in seguito da una barriera fisica. S'instaurano in questo modo le condizioni per innescare un processo di vicarianza dinamica favorita dalla speciazione e dalla variazione di areale del biota ancestrale. Un caso del genere può essere costituito da qualsiasi organismo vivente inizialmente presente solo in Friuli Venezia Giulia e che in seguito viene a occupare territori diversi posti sulle due sponde dell'Adriatico estinguendosi nel territorio iniziale di contatto tra le due parti. Se in seguito sopraggiunge un processo di speciazione, si formano entità endemiche vicarianti italo-balcaniche. Se invece gli organismi conservano le loro caratteristiche, cambia l'areale e il tipo corologico di appartenenza che diventa appennino-balcanico.

Non sempre accade che l'isolamento geografico porta alla formazione di nuovi taxa endemici e vicarianti. Infatti, secondo Pignatti (1964) esso non produce evoluzione se non è associato ad altri fattori tra cui la mutazione e la selezione.

Altri possibili fattori che in generale portano alla formazione degli endemismi e delle vicarianze geografiche sono i seguenti:

- La stenoecia e cioè la scarsa tolleranza nei confronti di fattori ambientali quali il grado di umidità o aridità del suolo, il pH, la composizione del terreno, la quantità di luce radiante, i valori delle temperature massime e minime, etc. La stenoecia porta alla speciazione ecologica, all'isolamento delle popolazioni, alla deriva genetica ed alla formazione di nuove entità.
- L'isolamento riproduttivo causato da meccanismi prezigotici o preeconadativi che interrompono il

flusso genico, e meccanismi postfecondativi di riproduzione non sessuata tra cui l'apomissia.

Il concetto di taxa endemico-vicariante è ritenuto sinonimo di schizoendemismo, un termine introdotto da Favarger & Contandriopoulos (1961) per indicare i taxa endemici con lo stesso numero cromosomico che discendono da antenati comuni e con cariotipi che non consentono di stabilire da eventuali confronti qual è l'individuo più primitivo.

Il processo di speciazione che più di ogni altro provoca la genesi di nuove entità vicarianti è definito «speciazione allopatrica» e si genera quando individui inizialmente dello stesso taxa in seguito all'insorgere di una barriera geografica, rimangono isolati interrompendo il flusso genico. Se l'isolamento geografico persiste per molto tempo (alcune migliaia di anni) inizia un processo di mutazioni e di meccanismi selettivi di adattamento che portano alla formazione di nuovi gruppi d'individui fertili tra loro e con caratteri propri e distinti che si trasmettono da generazione a generazione e possono portare alla formazione di nuove unità tassonomiche.

Il primo a occuparsi della speciazione allopatrica fu Darwin che studiando i fringuelli delle isole Galapagos giunse alla conclusione che essi discendevano da un antenato comune. Il prolungato isolamento portò alla formazione d'individui con caratteristiche diverse dal loro progenitore. La diversità dei caratteri acquisiti, in seguito, non ha mai favorito il reincorciamento nonostante che alcuni di essi occupassero lo stesso areale.

Secondo Benulli (1993) la speciazione allopatrica può avvenire con due diverse modalità:

- La frammentazione dell'areale di una specie a causa dell'insorgere di una barriera ed i successivi processi di mutazione a cui sono sottoposte con diverse modalità le due popolazioni separate.
- La differenziazione genetica di una popolazione geograficamente isolata rispetto al resto della specie che invece non subisce grosse e importanti mutazioni.

Altre tecniche di speciazione che possono portare alla formazione di ceppi endemici e vicarianti sono:

- La speciazione simpatica che avviene tra individui della stessa specie conviventi in un areale identico per blocco del flusso genico.
- Speciazione per ibridazione che si realizza quando dall'incrocio di due individui di specie diverse nascono nuovi individui fertili capaci di autoriprodursi.

Il periodo necessario per un processo di speciazione varia da specie a specie e in molti casi può essere superiore a decine di migliaia di anni, un lasso temporale in cui possono insorgere vari fenomeni geologici e cambiamenti climatici capaci di creare o abbattere barriere che favoriscono o meno l'isolamento geografico.

I processi evolutivi di speciazione si svilupparono notevolmente durante il Pleistocene, da circa due milio-

ni di anni fa sino a circa 10000 anni fa, quando in fasi alterne si produssero sulla superficie terrestre ben 10 glaciazioni intercalate da periodi più caldi. Le glaciazioni quaternarie favorirono la formazione di ceppi endemici vicarianti in quanto la coltre ghiacciata contribuì a:

- isolare le forme di vita sulle superfici non coperte dalla calotta frapponendo tra loro barriere invalicabili;
- frammentare gli areali di distribuzione.

In seguito, a causa del sopravvenuto isolamento geografico iniziarono processi di speciazione allopatrica che portarono alla formazione di ceppi endemici affini.

Durante le glaciazioni si registrarono i seguenti altri importanti fenomeni:

- variazioni delle fasce costiere e delle terre emerse a causa delle oscillazioni del livello marino;
- formazione di ponti terrestri che favorirono gli scambi floristici tra territori diversi;
- accantonamento e migrazione di specie verso isole di rifugio che in Europa erano ubicate nelle tre grandi penisole del Mediterraneo.

Successivamente quando venne a mancare l'azione di isolamento della calotta glaciale, in vari casi si innescarono nelle piante migrate processi di speciazione tra l'altro ancora in atto che attualmente mantengono separate geneticamente le diverse stirpi di neotrasformazione.

MATERIALI E METODI

Nel presente lavoro, innanzitutto sono stati considerati entità endemiche e vicarianti:

- le sottospecie endemiche di uno stesso taxon;
- le specie e le sottospecie endemiche dello stesso gruppo o settore (ad esempio le Viole endemiche del settore Melanium).

Non sono stati considerati gli endemismi appartenenti al gruppo di *Ranunculus auricomus* ed ai generi *Alchemilla*, *Hieracium*, *Limonium*, *Rubus* e *Taraxacum* che per le loro particolari modalità riproduttive non possono essere considerati vicarianti geografici salvo i pochi casi sostenuti da adeguati studi e ricerche.

Sono stati considerati facente parte della penisola balcanica i seguenti stati: Albania, Bulgaria, Cipro, Grecia con tutte le sue isole ioniche e dell'Egeo, Romania, la parte europea della Turchia e tutti gli stati nati dalla dissoluzione dell'ex Jugoslavia (Bosnia e Hercegovina, Croazia, Macedonia, Montenegro, Serbia e Slovenia).

Si sono inglobati sotto «ex Jugoslavia» tutti i taxa considerati segnalati nelle sue ex Repubbliche ora indipendenti poiché dalla bibliografia consultata, non sempre è chiaro in quali di tali stati un taxon è presente e per avere un territorio di confronto con l'Italia più o meno della stessa superficie.

Per la nomenclatura e la distribuzione territoriale nella penisola italiana dei taxa considerati si sono seguite le indicazioni di Conti *et al.* (2005) e successivi aggiornamenti.

Per la nomenclatura e la distribuzione delle Orchidaceae in Italia si sono seguite le indicazioni del recente volume curato dal GIROS (2008), mentre per la penisola balcanica ci si è rifatti a Delforge (2005).

Per la nomenclatura e la distribuzione territoriale dei taxa dei vari stati balcanici si sono seguite le indicazioni di delle varie flore nazionali, di Greuter (1984-1989), Tutin (1964-1980) e degli aggiornamenti derivanti dai vari contributi scientifici citati in bibliografia.

Per la penisola italiana sono state considerate »endemiche«:

- le entità presenti in modo esclusivo in una o più Regioni del territorio nazionale;
- gli endemismi cirno-sardi esclusivi sia della Sardegna che della Corsica e non segnalati solo su quest'ultima isola;
- le entità esclusive della Liguria e/o Piemonte segnalate anche sul versante francese delle Alpi Cozie e Marittime.

La scelta di considerare anche gli endemismi alpino-occidentali delle Alpi Cozie e Marittime di entrambi i versanti (italiano e francese) risente della concezione che nell'ambito di tali gruppi montuosi è collocato il limite di diffusione occidentale di molte entità vegetali balcaniche ed ad avviso dello scrivente anche di altre endemiche vicarianti come tra l'altro si dimostra nel presente lavoro.

Non sono stati considerati gli endemismi alpino-centrali presenti anche nel territorio svizzero, quelli alpino-orientali diffusi più o meno profondamente in Austria e Slovenia e gli endemismi Est Alpino-Dinarici. In questi ultimi due casi i taxa devono essere considerati anche balcanici e quindi non vicarianti.

Per quanto riguarda la penisola balcanica sono state considerate endemiche le entità presenti in tutte le isole egee politicamente facenti parti della Grecia e in uno o più Stati della penisola stessa applicando in questo caso un concetto di endemismo con un significato di estensione territoriale più ampio.

In base ai criteri succitati non sono state considerate endemiche balcaniche:

- le entità illiriche e balcaniche presenti nel Friuli Venezia Giulia o in qualche altra Regione italiana;
- le entità definite »sub endemiche« presenti in qualche Regione italiana e in qualche stato balcanico;
- le entità presenti in qualche stato della penisola balcanica, in altri stati a essa confinanti (Ucraina, Moldavia, Austria e Slovacchia) e nella penisola anatolica (Turchia asiatica).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Secondo stime dello scrivente i taxa endemici italiani ammontano a circa 1100 mentre quelli balcanici a oltre 2400. Questi valori si discostano dai dati di Scoppola & Blasi (2005) che ritenevano la flora endemica italiana costituita da 1021 taxa e Turrill (1929) che a sua volta per la flora endemica balcanica ne considerava 1754. Tale scostamento di numeri è dovuto al fatto che nel presente lavoro si è tenuto conto in entrambi i casi degli aggiornamenti successivi e, per la flora italiana, si sono ritenuti endemici anche taxa che nella check list di Conti *et al.* (2005) erano stati inclusi in altri.

L'elenco completo di tutti i taxa conteggiati con le ricerche effettuate sono stati riportati nell'Appendice 1 e nelle sue note. Dalla loro analisi emerge quanto segue.

A 547 taxa endemici italiani corrispondono 614 taxa simili vicarianti della penisola balcanica. Di conseguenza il 49% delle entità endemiche italiane è da considerarsi vicariante di entità balcaniche. A loro volta gli endemismi balcanici che si possono considerare vicarianti di entità italiane, ammontano al 27%.

Si ritiene che l'ammontare numerico dei taxa endemico-vicarianti balcanici sia sottostimato in rapporto ai seguenti e importanti fattori locali che rispetto alla penisola italiana contribuiscono ad accrescere e conservare la diversificazione genetica: il numero totale degli endemismi, l'età geologica, la maggiore estensione superficiale, la presenza di più ambiti conservativi e di rifugio e la più complessa articolazione territoriale e geografica.

I 547 taxa endemici italiani considerati risultano distribuiti nel seguente modo:

- 114 sono segnalati nelle Regioni dell'Italia settentrionale;
- 195 sono compresi nelle Regioni dell'Italia Centrale (dalla Toscana all'Abruzzo);
- 225 sono segnalati nelle Regioni dell'Italia meridionale (dal Molise alla Calabria);
- 223 sono segnalati in Sicilia e Sardegna.

Da questi primi dati iniziali si osserva un trend decrescente da Sud a Nord a dimostrazione che l'Italia meridionale è caratterizzata da maggiori affinità floristiche con la penisola balcanica.

Per quanto riguarda la penisola balcanica, i 612 taxa considerati sono così distribuiti:

- 345 sono segnalati in Grecia
- 311 taxa sono segnalati nell'ex Jugoslavia
- 145 taxa sono segnalati in Albania
- 138 taxa sono segnalati in Bulgaria
- 38 taxa sono segnalati in Romania
- 25 taxa sono segnalati nella Turchia europea
- 8 taxa sono segnalati nell'isola di Cipro.

Tab. 1: Taxa endemici delle regioni italiane vicarianti di taxa simili presenti negli stati della penisola balcanica.**Tab. 1: Endemični taksoni za italijanske regije, ki so nadomestni za podobne taksoni prisotne v državah balkanskega polotoka.**

Regioni italiane	Totale taxa	Albania e Grecia	Bulgaria e Romania	Ex Jugoslavia	Turchia europea e Cipro
Valle d'Aosta	4	3	1	3	
Piemonte	28	22	16	20	3
Lombardia	38	26	21	29	
Trentino Alto Adige	32	17	19	24	
Veneto	37	18	16	32	1
Friuli Venezia Giulia	26	12	9	22	
Liguria	41	29	12	26	4
Emilia Romagna	31	21	8	21	2
Toscana	79	59	21	51	7
Marche	72	54	36	52	7
Umbria	53	40	19	46	8
Lazio	108	80	34	72	9
Abruzzo	132	97	52	84	15
Molise	91	72	41	64	13
Campania	100	77	31	63	12
Puglia	100	81	31	55	15
Basilicata	123	90	41	80	17
Calabria	122	83	41	79	18
Sicilia	160	128	34	81	17
Sardegna	95	79	13	35	6

Da tali dati si osserva che nei territori dell'ex Jugoslavia e della Grecia continentale con tutte le sue isole è presente il maggior numero di taxa a dimostrazione che negli ambiti considerati ci sono maggiori affinità floristiche con la penisola italiana. Non trascurabili sono le affinità floristiche con la Bulgaria e l'Albania mentre con la Turchia e Cipro sono molto piccole. In Tabella 1 è riportato per ogni regione italiana il numero totale dei taxa endemici vicarianti di taxa endemici della penisola balcanica. Tali dati si discostano sensibilmente da quanto riportato in Pezzetta (2010) in cui l'argomento era stato toccato senza l'approfondimento attuale.

Il maggior numero di taxa è segnalato in Sicilia con 160. Segue l'Abruzzo con 132, la Basilicata con 123, la Calabria con 122 il Lazio con 108, la Puglia e la Campania con 100 e poi tutte le altre Regioni con valori inferiori.

Dall'analisi dei dati riportati in Tabella 1 si possono fare le seguenti considerazioni. Come visto, il contingente endemico vicariante italo-balcanico in Italia ammonta a 547 taxa, corrispondente al 7,6% della flora vascolare italiana, costituita nel 2010 da 7634 entità diverse tra specie e sottospecie (Peruzzi & Passalacqua, 2008). Emerge inoltre che nell'Italia settentrionale non

esistono gradienti di distribuzione crescenti o decrescenti in nessuna direzione. Non esistono tra gli endemismi considerati elementi diffusi in tutta la catena alpina ma solo in ambiti ristretti la cui superficie tocca al massimo due o tre Regioni diverse.

Non sono presenti taxa endemici vicarianti per quanto concerne la flora della Turchia e Cipro nelle seguenti Regioni: Valle d'Aosta, Lombardia, Trentino Alto Adige e Friuli Venezia Giulia.

In tutte le Regioni settentrionali, esclusa la Valle d'Aosta, è presente un numero di taxa endemico-vicarianti superiore al Friuli Venezia Giulia che è confinante con la penisola balcanica stessa.

La continuità territoriale tra Friuli Venezia Giulia e penisola balcanica non porta all'isolamento geografico, assicura continui scambi floristici in entrambe le direzioni che non consentono la formazione di nuove unità tassonomiche endemiche. Nelle altre Regioni, invece, la presenza di ambiti conservativi e di nicchie isolate ove i flussi genici da lontane ere passate sono più difficoltosi o addirittura interrotti ha portato alla formazione di nuovi taxa per la scienza.

Nelle Regioni nord-orientali penetrano elementi floristici di origine balcanica che non sono sottoposti a speciazione allopatrica, non sono presenti in altre

regioni italiane e raggiungono in tali ambiti il loro limite nord occidentale di distribuzione geografica.

Tutte le Regioni settentrionali hanno maggiori affinità floristiche con l'ex Jugoslavia ad eccezione della Liguria che, invece, dimostra di avere un numero di taxa endemico-vicarianti più affini ai corrispondenti taxa della Grecia e Albania. La Liguria è anche caratterizzata dalla presenza di un numero di entità endemico-vicarianti superiore a tutte le altre Regioni settentrionali.

Come si spiegano queste peculiarità liguri? La flora di origine orientale della Regione ligure è il risultato di due flussi migratori: il primo in direzione est-ovest attraverso il margine orientale delle Alpi e il secondo da sud a nord lungo l'Appennino. Altre regioni settentrionali non hanno potuto avere questi due apporti diversi. Infatti, negli altri casi le migrazioni floristiche da sud verso nord sono ostacolate dal fiume Po che per la sua larghezza è una barriera biogeografia difficilmente superabile. Inoltre le montagne liguri rispetto al resto della catena alpina hanno costituito delle isole di rifugio, dove sono sopravvissuti antichi ceppi floristici di origine mediterranea assenti altrove.

Le varie ricerche floristiche effettuate nel territorio regionale documentano l'esistenza di strette affinità con la flora balcanica che secondo Bono (1969) sono dovute all'esistenza di antichi collegamenti che hanno assicurato le migrazioni floristiche ed al fatto che alcune sistemi montuosi della Liguria (Alpi Marittime soprattutto) non furono coperti dalle glaciazioni quaternarie per la loro posizione geografica. In questo modo popolazioni di origini molto antiche riuscirono a sopravvivere.

Nell'Italia centrale invece emerge un trend decrescente che parte dall'Abruzzo e prosegue attraverso il Lazio, le Marche e l'Umbria da una parte e l'Emilia Romagna dall'altro. Difficile stabilire se tale trend è indicativo di possibili rotte migratorie avvenute in passato oppure, com'è più probabile, riveli una tendenza alla riduzione degli ambiti conservativi e di speciazione floristica che inizia proprio con l'Abruzzo stesso.

Nella regione abruzzese si registra:

- la presenza del maggior numero di taxa endemico-vicarianti italo-balcanici dell'Italia centrale;
- la presenza del maggior numero di taxa endemici a più spiccate affinità con analoghi taxa presenti nella ex Jugoslavia e la Romania e Bulgaria;
- il secondo valore assoluto di entità endemiche vicarianti presenti nelle Regioni peninsulari.

Questi fatti dimostrano che molto probabilmente in passato tra la regione abruzzese e il territorio balcanico s'instaurarono intensi rapporti floristici caratterizzati da elementi comuni, inizialmente presenti in entrambe le parti e poi differenziatisi per speciazione allopatrica e, da altri migrati in entrambe le direzioni grazie all'esistenza di antichi ponti terrestri.

Nell'ambito dell'Italia centrale è possibile individuare due diversi ed importanti centri di speciazione floristica:

- la Regione Toscana con il suo arcipelago, l'Appennino e le Alpi Apuane caratterizzati da vari ceppi endemici esclusivi ed affini a elementi balcanici;
- l'Abruzzo, e tutto l'Appennino centrale, caratterizzati da gruppi montuosi isolati tra loro, ove sono segnalate entità endemiche esclusive di alcuni di essi.

Vari endemismi centro-appenninici considerati sono esclusivi di un solo ambito regionale, altri sono condivisi con l'Appennino settentrionale e/o l'Appennino meridionale e altri invece sono presenti in modo abbastanza continuo lungo tutta la catena dalla Liguria alla Calabria raggiungendo in alcuni casi la Sicilia.

Nell'Italia meridionale, invece, si registra la maggior presenza di entità endemiche vicarianti e dalla Tabella 1 emerge che in tutte le Regioni del Mezzogiorno d'Italia, escluso il Molise, sono segnalate oltre 100 entità.

Tutte le Regioni meridionali sono caratterizzate da taxa endemico-vicarianti più affini a elementi simili presenti in Grecia e Albania rispetto ad altri stati balcanici. Si osserva inoltre che la Calabria rispetto ad altre Regioni italiane è caratterizzata dalla presenza di entità più affini ad altre simili presenti nella Turchia europea ed a Cipro.

In tutte le Regioni tranne il Molise sono presenti taxa endemico-vicarianti esclusivi. Ciò è il risultato della complessità orografica del Mezzogiorno d'Italia, delle sue particolari vicende geologiche e paleo-climatiche che hanno portato all'assetto attuale e alla formazione di ambiti relittici di rifugio e di speciazione floristica in cui si sono formati e conservati elementi vegetali unici assenti altrove.

In Basilicata è presente il maggior numero di entità endemico-vicarianti italo-balcaniche di tutta l'Italia meridionale (123). E' seguita dalla Calabria con 122, la Puglia e Campania con 100 e il Molise con 91. Questi dati si dimostrano sorprendenti poiché in una Regione tirrenica (la Campania) ed una interna (la Basilicata), sono presenti entità endemico-vicarianti in numero maggiore di una Regione adriatica (la Puglia) più vicina alle opposte sponde balcaniche. Come abbiamo visto anche in Toscana per l'Italia centrale e in Liguria e Piemonte per l'Italia settentrionale si registrano valori superiori a quelli di altre corrispondenti regioni adriatiche.

Attraverso la Puglia, molto probabilmente, durante ere geologiche passate elementi floristici orientali penetrarono in direzione occidentale. Poiché la Regione da un punto di vista geografico è caratterizzata dall'assenza di rilievi di una certa altitudine, ove la frequenza degli endemismi in generale aumenta, molti taxa che si suppone la raggiunsero, proseguirono il loro cammino senza fermarsi e si estinsero nella Puglia stessa.

Nell'Italia meridionale il numero delle entità endemiche esclusive presenti in un'unica Regione aumenta sensibilmente ed inoltre sono presenti anche endemismi vicarianti italo-balcanici condivisi sia con l'Italia centrale e/o settentrionale che con la Sicilia e/o Sardegna. Infine le ultime osservazioni sono rivolte ai taxa vegetali presenti in Sicilia, Sardegna e isole minori che le circondano.

I risultati ottenuti con le ricerche dimostrano che in Sicilia è presente un numero di elementi vegetali endemico-vicarianti superiore a ogni altra Regione italiana ed anche la Sardegna è caratterizzata da valori non trascurabili.

Molti tra i vari taxa considerati sono esclusivi o di una delle due Regioni o di entrambe e in questo caso il tasso di esclusività floristica è il più elevato d'Italia.

Si osserva inoltre che la flora endemico-vicariante siciliana è anche quella che presenta più entità affini alla flora greco-albanese con 128 su 160 corrispondenti al 80% dei taxa presi in esame. Rispetto alle altre regioni italiane sono notevoli anche le affinità sia con l'ex Jugoslavia che con la Turchia e Cipro.

Anche la Sardegna con oltre 83% (79 su 85) dei taxa endemici considerati dimostra spiccate affinità con taxa simili della Grecia.

In Sicilia si osserva anche la seguente particolarità: nel suo ambito inizia un trend decrescente in direzione settentrionale del grado di affinità floristica con la Grecia e Albania che tocca tutte le Regioni tirreniche e si conclude in Liguria.

La presenza di un elevato numero di taxa endemico-vicarianti italo-balcanici in Sicilia molto probabilmente è il risultato di:

- processi di speciazione di entità con antiche origini che in ere geologiche passate occupavano un areale più vasto nel bacino del Mediterraneo;
- migrazioni floristiche e successivi processi di speciazione di elementi che in diverse epoche raggiunsero la Sicilia percorrendo diverse direttrici. La prima in direzione est-ovest lungo la piattaforma apula e poi nord-sud lungo la penisola italiana. La seconda muovendosi in direzione est ovest e poi sud-nord lungo un ipotetico ponte terrestre che univa l'isola con l'Africa settentrionale e l'antico continente egeico.

Molto probabilmente antichi taxa dalla Sicilia raggiunsero la Calabria e altre regioni peninsulari quando esistevano i collegamenti terrestri tra le due parti.

Anche la flora endemica vicariante della Sardegna è costituita da entità di antiche origini differenziate in loco e da altre che attraverso ponti terrestri ora non più esistenti prima migrarono in direzione est-ovest e in seguito furono sottoposti a processi evolutivi e di differenziazione floristica.

Le origini

I 547 taxa della flora endemica italiana presi in esame e i corrispondenti taxa della flora balcanica appartengono a 47 diverse famiglie e 132 generi. La famiglia più rappresentata è quella delle Compositae con 21 generi. Seguono le seguenti famiglie: le Labiatae con 12 generi, le Boraginaceae con 11, le Cruciferae con 9, le Apiaceae e le Caryophyllaceae con 7, le Liliaceae con 6, le Campanulaceae, le Orobanchaceae e le Graminaceae con 4 e tutte le altre famiglie con un numero di generi inferiore. I generi più ricchi di entità endemiche vicarianti in entrambe le due penisole sono i generi *Ophrys* con 44 taxa, *Centaurea* con 34 e *Viola* con 16 taxa.

Il semplice fatto che tutte le famiglie ed i generi citati sono caratterizzate da entità vicarianti porta immediatamente a pensare che un tempo gli antenati comuni da cui hanno origine, molto probabilmente, occupavano un areale corrispondente alla congiunzione di tutti gli areali dei suoi attuali discendenti. Di conseguenza il problema diventa:

- Dove hanno avuto origine i progenitori dei taxa considerati?
- Come e quando essi raggiunsero le due penisole mediterranee?
- In quali ere geologiche iniziarono i processi di differenziazione floristica che portarono alla formazione delle entità attuali?

Le risposte a tali importanti questioni verranno fornite analizzando la letteratura esistente citata in bibliografia e consisteranno in ipotesi formulate tenendo conto delle evidenze degli studi paleoclimatici geologici, floristici, tassonomici e filogenetici sinora effettuati.

Secondo Trotter (1912), nel complesso, le specie italo-balcaniche sono costituite da elementi di origine mediterranea accantonati in ambiti relittuali di rifugio. In realtà come si vedrà in seguito questa affermazione è vera solo in parte.

Le prime entità endemiche vicarianti dell'ambiente mediterraneo si originarono dai processi di speciazione della flora che popolava le varie microplacche tettoniche ivi presenti durante l'Eocene. Tale antica flora con caratteristiche tropicali da Pignatti (1959), Uzunov *et al.* (2005) ed altri botanici viene definita «arctoterziaria».

In tale periodo le terre emerse erano caratterizzate da un clima subtropicale e la vegetazione dominante era costituita da foreste sempreverdi chiamate laurosilve con molte Moraceae, Lauraceae, Palmaceae e felci.

Tra la fine dell'Eocene e l'inizio dell'Oligocene, le terre emerse dell'antico Bacino della Tetide furono sottoposte ad intense trasformazioni territoriali che portarono a connessioni tra l'area egeica e l'Asia minore favorendo le migrazioni floristiche in direzione occidentale.

Altri eventi di dispersione e di vicarianza si verificarono nelle ere geologiche successive mettendo in luce la grande complessità biogeografica del Mediterraneo.

Nel Terziario più recente (Miocene e Pliocene) si ridussero la temperatura media della terra e le precipitazioni. Nell'ambiente mediterraneo le antiche laurosilve furono sostituite da foreste a sclerofille mentre nei territori più interni si formarono associazioni vegetali costituite soprattutto da piante xerofile tipiche di ambienti aridi e semidesertici.

Gli areali attuali di alcuni taxa corrispondono in modo abbastanza evidente alla superficie delle antiche placche dell'era terziaria su cui si ritiene, iniziarono i processi di speciazione. Tra questi gli areali delle entità dei seguenti generi della penisola italo-balcanica e della placca apulica: *Silene*, *Onosma* e *Stachys*. Appartengono a questo complesso anche i seguenti taxa endemici italiani ed i corrispondenti vicarianti balcanici riportati nell'Allegato 1: *Abies nebrodensis*, *Acer obtusatum* subsp. *neapolitanum*, *Berberis aetnensis*, *Zelkova sicula*, *Carlina macrocephala*, *Centaurea horrida*, *Pinguicula fiorii*, *Ptilostemon niveus*, *Ranunculus montepelicius* subsp. *aspromontanus* ed altri.

Il piccolo arbusto endemico *Zelkova sicula* ed il suo vicariante egeico *Zelkova cretica* si ritiene rappresentino elementi relittici tipici delle antiche laurosilve diffuse sulle terre emerse del bacino del Mediterraneo durante il Miocene.

Sono da considerare di origini arcto-terziarie i taxa endemico-vicarianti dei generi *Helichrysum*, *Rhamnus* e *Aristolochia* presenti con entità congeneriche anche nell'emisfero australe.

Secondo Ferrarini (1970) sono da considerare di origine terziaria vari elementi floristici endemici e non presenti sulle Alpi Apuane che a più riprese tra l'Oligocene, il Miocene ed il Pontico migrarono in direzione occidentale percorrendo la lunga fascia di terre emerse che univa le catene montuose dell'Asia minore con la Grecia e l'Appennino.

Anche il genere *Solenanthus* si ritiene che sia d'origine terziaria e dall'Asia centrale migrò in direzione occidentale raggiungendo l'Europa dove attualmente presenta una distribuzione relittica.

Le prime piante vascolari che popolarono le Alpi si originarono dalla flora tropicale terziaria di tipo planiziale che si adattò a vivere in ambiente montuoso e rupestre adottando le seguenti diverse modalità:

- Reazione adattativa ed esclusione competitiva che consistono in processi di diversificazione a cui sono sottoposti gli organismi viventi simili per adattarsi ad un nuovo habitat.
- Esclusione competitiva che si ha quando nella stessa nicchia ecologica un taxa prende il sopravvento su un altro che invece scompare.

- Processi di autopoliploidia che portano al raddoppio del corredo cromosomico al fine di favorire l'adattamento alle nuove condizioni ambientali che si prospettano.

Appartengono a questa categoria i generi *Alchemilla*, *Campanula* e *Soldanella*. Di origine terziaria sono anche gli endemismi alpini definiti arcto-alpini cui appartengono le varie entità dei generi, *Achillea*, *Androsace*, *Aquilegia*, *Astragalus*, *Cerastium*, *Crepis*, *Draba*, *Gentiana*, *Oxytropis*, *Pedicularis*, *Primula*, *Saxifraga* ed altri. Come si può osservare dall'Allegato 1, ai generi vegetali riportati sono ascrivibili numerosi taxa endemici e vicarianti. Essendo quasi tutti di origini asiatiche, è molto probabile che durante le migrazioni in direzione occidentale varie entità occupassero nelle due penisole nicchie isolate tra loro, ove avvenne la formazione di nuove specie.

Il contingente arcto-alpino è ripartito in un sub-contingente boreale diffuso a nord delle Alpi e un sub-contingente meridionale diffuso a sud, più affine alla flora mediterranea e che comprende i seguenti generi: *Alyssum*, *Bupleurum*, *Dianthus*, *Iberis*, *Ranunculus*, *Sedum*, *Sempervivum*, *Silene*, *Viola* e altri.

La maggioranza degli endemismi ligure-piemontesi tipici delle Alpi Marittime e delle Alpi liguri risale anch'essa all'epoca terziaria. Nel territorio in esame sono presenti anche vari endemismi iberico-provenzali al loro limite orientale di distribuzione geografica.

Poiché, come abbiamo visto la Liguria, presenta molte affinità con la flora greca, si può pensare che la sua flora endemica attuale, in parte sia collegata alla paleoflora che occupava l'area dei Pirenei, Alpi e montagne balcaniche prima dell'affossamento della Tirrenide.

Anche il contingente endemico appenninico centro-meridionale con notevoli vicarianze nella penisola balcanica, secondo Montelucci (1952) è di origine terziaria e rappresenta l'estremo residuo di una corrente west-meridionale di emigrazione. Pignatti (1997), a sua volta, conferma l'origine terziaria della flora appenninica ma ritiene che la sua componente endemica è da riferirsi a due diverse correnti migratorie una occidentale ed un'altra orientale.

Alcuni tra i generi da cui discendono gli endemismi vicarianti italo-balcanici sono di origine orientale e, molto probabilmente, dalle catene asiatiche, attraverso i ponti terrestri esistenti durante l'era terziaria, raggiunsero il Bacino del Mediterraneo e iniziarono a differenziarsi in nuove specie per radiazione adattativa e speciazione allopatrica. Alla fine del Terziario, quando la catena appenninica era completamente emersa, altri Generi floristici di origine orientale raggiunsero la Puglia e poi migrarono in direzione sud; tra questi: *Cardamine*, *Elymus* e *Leopoldia*.

I seguenti generi a loro volta hanno nell'ambito delle terre che circondano il Mediterraneo, il loro centro d'origine: *Ophrys*, *Gypsophila*, *Alyssum*, *Anthyllis*, *Ranunculus*, *Trifolium*, *Festuca*, *Crocus*, *Lavatera*, *Leucanthemum*, *Sesleria*, *Carum* e *Edraianthus*.

I processi di speciazione e di migrazione floristici dell'era terziaria, secondo Pignatti (1997) s'intensificano con la crisi di salinità del Messiniano tra 7 e 5 milioni di anni fa. In tale periodo la flora del Mediterraneo subì un'importante evoluzione poiché i notevoli cambiamenti climatici e territoriali che si produssero favorirono processi di estinzione di entità preesistenti e la moltiplicazione di habitat aperti e di nicchie ecologiche utilizzabili per l'insediamento e la diversificazione di nuove specie migrate dai territori vicini, in particolare dall'Asia.

Probabilmente, favoriti dai ponti terrestri allora esistenti altri Generi floristici di origine orientale attraverso l'Africa settentrionale, raggiunsero la Sicilia ed in qualche caso risalirono lungo la penisola. Dai successivi processi di speciazione ai quali alcuni di essi furono interessati, si formarono vari taxa endemico-vicarianti tra cui: varie specie del genere *Allium*, *Onosma canescens*, *Astragalus parnassi* subsp. *calabricus* e *Barbarea sicula*.

Gli areali attuali di vari taxa endemici e non confermano l'esistenza di questo corridoio floristico che attraverso il ponte nordafricano collegava i territori emersi dell'area egea con quelli del Mediterraneo centrale. Tra questi gli areali di vari taxa del genere *Allium* che sono caratterizzati da elementi endemico-vicarianti tra loro presenti solo in Grecia, Africa settentrionale e Sicilia. Alcuni taxa del genere *Allium* migrati in direzione occidentale dal loro centro d'origine del continente asiatico hanno conservato le loro caratteristiche arcaiche mentre altri si sono evoluti per speciazione allopatrica.

Poiché durante il Messiniano le aree emerse erano molto aride e ricche di sali, si ritiene che solo pochi generi siano stati in grado di attraversarlo.

Secondo Pignatti (1997) in questo periodo si può collocare l'arrivo nel territorio italiano dei seguenti gruppi di piante:

- piante tipiche delle creste ventose appartenenti ai generi *Astragalus* e *Genista*;
- piante tipiche di ambienti salmastri e ricchi di sali appartenenti ai generi *Salicornia*, *Salsola*, *Suaeda*, *Artemisia* e *Inula*;
- piante tipiche delle rupi marittime e di ambienti molto aridi appartenenti ai generi *Limonium* e *Armeria*.

Le piante del primo e terzo gruppo raggiunsero la penisola italiana seguendo un lungo percorso che da Levante attraverso l'Africa settentrionale, la penisola iberica e il sud della Francia raggiungeva la Liguria, principale porta di accesso per la penisola italiana. Solo

da alcuni tra i generi citati si sono originate entità endemico-vicarianti italo-balcaniche.

Secondo Park *et al.* (2006) nel passaggio dal Miocene al Pleistocene, favorito dalle fluttuazioni climatiche, iniziò il processo di speciazione del gruppo di *Campanula garganica* in entità occidentali e in altre balcanico-orientali. Park *et al.* (2006) ritiene che *Campanula garganica* subsp. *acarnanica* presente in Grecia, sia l'elemento di più antiche origini del gruppo, probabile progenitore del medesimo e di conseguenza ipotizza una migrazione in direzione occidentale.

Su questa ipotesi non c'è concordanza di vedute. In una di queste si suppone che il gruppo di *Campanula isophylla* ebbe origine nell'antica Tirrenide da cui il progenitore arcaico migrò in direzione orientale.

Secondo Hellwig (2004) anche le Centauree durante il passaggio dal Miocene al Pleistocene iniziarono la loro evoluzione nell'area mediterranea. Durante l'era successiva del Pleistocene si registrarono importanti cambiamenti climatici che produssero le glaciazioni intercalate da fasi calde. Notevoli masse d'acqua furono immobilizzate sulla superficie terrestre in forma ghiacciata. In questo modo il livello marino si abbassò e nuove terre ora ricoperte dalle acque emersero. A questo nuovo assetto geografico si accompagnarono le seguenti trasformazioni floristiche e vegetazionali:

- l'estinzione delle antiche laurosilve dall'ambiente mediterraneo;
- fenomeni contrapposti di dispersione, ed espansione di areale o di accantonamento, disgiunzione e contrazione in base alle esigenze termiche delle specie coinvolte;
- insuccesso di processi di speciazioni di tipo allopatrico tra gli elementi geograficamente isolati, per ibridazione tra specie diverse che venivano a contatto in seguito ai flussi migratori, autopoliploidia e reazione adattativa;
- formazione di taxa vicarianti.

Durante i periodi freddi la flora termofila o sopravviveva in ambiti di rifugio o era eliminata e sostituita da:

- elementi floristici terziari alto montani che si espandevano anche alle quote basse ed in pianura;
- elementi invasivi provenienti dalla tundra e dalle steppe orientali.

Alcuni classici esempi dei Generi originari delle steppe centro-asiatiche che raggiunsero l'Europa durante le fasi catatermiche del Pleistocene e poi si differenziarono in entità endemiche sono *Stipa* e *Gypsophila*.

Nelle fasi interglaciali calde la situazione si capovolgeva con le specie termofile che si espandevano e le microtermiche che a loro volta sopravvivevano solo in ambienti relitti generalmente posti a quote elevate o in altri ambiti con particolari microclimi locali.

Lungo la catena alpina durante l'era glaciale sembra abbia avuto luogo:

- un generale impoverimento di organismi viventi sia vegetale che animali a causa delle estinzioni;
- l'accantonamento di specie in oasi di rifugio, caratterizzate da superfici libere dai ghiacci e clima più mite, disposte ai margini delle Alpi e sulle Prealpi;
- la frammentazione degli areali iniziali e il successivo isolamento geografico che ha innescato nuovi processi di speciazione con formazione di specie endemiche e vicarianti.

Le calotte glaciali che ricoprivano anche le altre catene montuose europee costituirono delle enormi barriere che accentuarono l'isolamento geografico, i processi di speciazione allopatrica e la formazione di nuove entità vicarianti. Quanto detto è dimostrato dall'attuale presenza su catene montuose lontane tra loro di taxa endemici legati da importanti relazioni filitiche.

CONCLUSIONI

I dati raccolti dimostrano che ci sono notevoli affinità floristiche tra le due penisole mediterranee. Ai fini del presente lavoro molti aspetti rimangono ancora oscuri e chissà se e quando saranno chiariti. Non disponendo di adeguati studi adeguati per tutti i taxa considerati non è stato possibile stabilire dov'era collocato il loro centro d'origine, né come si sono diffuse e seguendo quali direzioni preferenziali. Per chiarire altri aspetti sono state avanzate ipotesi più o meno attendibili che non potranno essere sottoposte a verifica e quindi saranno sempre opinabili. Questi particolari sono parte del mistero della ricerca scientifica che invoglia gli studiosi a spendere parte della loro vita e delle loro energie nel tentativo di renderli espliciti.

ENDEMIČNA IN VIKARIANTSKA FLORA ITALIJANSKEGA IN BALKANSKEGA POLOTOKA: NASTANEK IN GEOGRAFSKA DISTRIBUCIJA

Amelio PEZZETTA

I-34149 Trieste, Via Monteperalba 34, Italia

E-mail: fonterossi@libero.it

POVZETEK

Članek nudi pregled vegetacijskih endemičnih in vikariantskih vrst Italijanskega in Balkanskega polotoka ter njihovo geografsko distribucijo. Obravnava vprašanje nastanka obravnavanih vrst ter začetke speciacije in migracije. Obravnavanih je 547 endemitov Italijanskega polotoka in 614 endemitov Balkanskega polotoka, z navedenim izvorom po geoloških obdobjih.

Ključne besede: flora, endemizem, vikarianca, alopatrica speciacija, Italijanski polotok, Balkanski polotok

BIBLIOGRAFIA

Baldacci, A. (1898): Considerazioni preliminari sulla fitogeografia dell'Albania settentrionale. Società geografica Italiana, Roma.
Benulli, D. (1993): Appunti di biogeografia. Editrice Studium Parmense, Parma.
Blasi, C., L. Bottani, S. La Posta, F. Manes & M. Marchetti (2005): Stato della biodiversità in Italia. Palombi Ed., Roma.

Bono, G. (1969): Rapporti biogeografici tra Alpi marittime ed Alpi orientali. Mitt. Ostalpin-Dinarischen Pflanzensoziol. Arbeitsgem., 9, 91–105.
Conti, F., G. Abbate, A. Alessandrini & C. Blasi (2005): An annotated checklist of the Italian vascular flora. Palombi Ed., Roma.
Corbetta, F. & G. Pirone (1996): La flora e le specie vegetali di interesse fitogeografico in Basilicata. Notizie Basilicata Regione, 5–6, 127–142.

- Delforge, P. (2005):** Guide des Orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient. 3e éd. Delachaux et Niestlé, Paris, 640 p.
- Favarger, C. & J. Contandriopoulos (1961):** Essai sur l'endemisme. Ber. Schweiz. Bot. Ges., 71, 384–408.
- Ferrarini, E. (1970):** Considerazioni sull'origine della flora e sull'oscillazione dei piani di vegetazione delle Alpi Apuane. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 46, 115–134.
- Greuter, W., H. M. Burdet & G. Long (eds.) (1984–1989):** Med-Checklist. A critical inventory of vascular plants of the circum-mediterranean countries. Vols. 1, 3, 4. Conservatoire et Jardin Botaniques, Genève.
- Hellwig, F. H. (2004):** Centaurineae (Asteraceae) in the Mediterranean – history of ecogeographical radiation. Plant Syst. Evol., 246, 137–162.
- Horvat, L. (1962):** Vegetacija planina zapadne Hrvatske. Acta Biologica II, Prirodoslovna istraživanja 30, JAZU, Zagreb, pp. 1–110.
- Kucera, J., K. Marhold & J. Libova (2010):** Cardamine maritime group (Brassicaceae) in the Amphi-Adriatic area: A hot spot of species diversity revealed by DNA sequences and morphological variation. Taxon, 59(1), 148–164.
- Martini, E. (1982):** Lineamenti geobotanici delle Alpi Liguri e Marittime: endemismi e fitocenosi. Lav. Soc. Ital. Biogeogr. N.S., 9, 51–134.
- GIROS (2008):** Orchidee d'Italia. Ed. Il Castello, Milano, 303 p.
- Ozenda, P. (1978):** Les relations biogéographiques des Alpes avec les chaînes calcaires périphériques, Apennin, Dinarides. In: Landscape Ecologies. Biogeographica 16.
- Park, J.-M., S. Kovačić, Z. Liber & W. M. Eddie (2006):** Phylogeny and biogeography of isophyllous species of *Campanula* (Campanulaceae) in the Mediterranean area. Syst. Bot., 31(4), 862–880.
- Passalacqua, N. G. (2000):** Aspetti geografici ed ecologici della diversità floristica di aree di quota dell'Appennino meridionale. Ann. Mus. Civ. Rovereto, 14, 191–215.
- Peruzzi, L. & N. G. Passalacqua (2008):** Taxonomy of the *Onosma echioides* (L.) L. complex (Boraginaceae) based on morphometric analysis. Bot. J. Linn. Soc., 157(4), 763–774.
- Pezzetta, A. (2010):** Gli elementi orientali appennino-balcanici, illirici, pontici e sud-est europei della flora italiana: origini e distribuzione regionale. Annales, Ser. Hist. Nat., 20(1), 75–88.
- Pignatti, S. (1959):** Fitogeografia. In: Cappelletti, C. (ed.): Trattato di botanica. Vol. II. UTET, Torino, pp. 681–811.
- Pignatti, S. (1964):** L'evoluzione delle piante vascolari in Italia dal Terziario ad oggi. Giorn. Bot. Ital., 7, 207–235.
- Pignatti, S. (1997):** Ecologia del paesaggio. Edizioni UTET, Torino.
- Scoppola, A. & C. Blasi (2005):** Stato delle conoscenze sulla Flora vascolare d'Italia. Palombi Ed., Roma.
- Turrill, W. B. (1929):** The plant-life of the Balkan Peninsula. A phytogeographical study. Clarendon Press, Oxford, 490 p.
- Tutin, T. G., V. H. Heywood, N. A. Burges, D. H. Valentine, S. M. Walters & D. A. Webb (1964–1980):** Flora Europaea. Vols. 1–5. The University Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Uzunov, D., F. Conti, D. Lakusic & C. Gangale (2005):** Dati preliminari sulla fitogeografia, ecologia e conservazione delle specie Appennino-Balcaniche. Inf. Bot. Ital., 37(1), 386–387.
- Zunino, M. & A. Zullini (2004):** Biogeografia: la dimensione spaziale dell'evoluzione. II edizione. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.

Allegato 1: Elenco dei taxa endemico-vicariante italo-balcanici e loro distribuzione geografica.**Priloga 1: Seznam endemično-nadomestnih italijansko-balkanskih taksonov in njihova geografska razporeditev.****Significato delle abbreviazioni usate / Uporabljene okrajšave:**

Al = Albania/Albanija, Abr = Abruzzo/Abruci, Bas = Basilicata/Bazilikata, Bu = Bulgaria/Bulgarija, Cal = Calabria/Kalabrija, Cam = Campania/Kampanija, Ci = Cipro/Ciper, EmR = Emilia Romagna/Emilija - Romanja, FVG = Friuli Venezia Giulia/Furlanija - Julijska krajina, Gr = Grecia/Grčija, ex Ju = ex Jugoslavia/nekdanja Jugoslavija, Laz = Lazio/Lacij, Lig = Liguria/Ligurijska, Lom = Lombardia/Lombardija, Mar = Marche/Marke, Mol = Molise/Molize, Pie = Piemonte/Piemont, Pug = Puglia/Apulija, Ro = Romania/Romunija, Sar = Sardegna/Sardinija, Sic = Sicilia/Sicilija, TAA = Trentino Alto Adige/Trentinsko - Južna Tirolska, Tos = Toscana/Toskana, Tu eur = Turchia europea/evropska Turčija, Umb = Umbria/Umbrija, Ven = Veneto/Benečija, VdA = Val d'Aosta/Dolina Aoste.

Taxa endemici italiani e loro distribuzione regionale	Taxa endemici balcanici e loro distribuzione nazionale
<i>Abies nebrodensis</i> (Lojac.) Mattei; Sic	<i>Abies borisii regis</i> Mattf.; Al, Bu, Gr, ex Ju
<i>Acer obtusatum</i> Willd. subsp. <i>neapolitanum</i> (Ten.) Pax; Laz, Abr, Mo, Cam, Pug, Bas, Cal	<i>Acer obtusatum</i> Willd. subsp. <i>opuloideum</i> (K.Maly) G. Beck; ex Ju
<i>Acer marsicum</i> (Guss.) Hayek; Abr, Mol, Cam, Pug, Bas	<i>Acer heldreichii</i> Orph. Ex Boiss.; Al, Bu, Gr, ex Ju
<i>Achillea barrellieri</i> subsp. <i>barrellieri</i> Ten.; Lom, Ven, TAA, FV, Mar, Umb, Laz, Mar, Abr, Bas, Cal (1)	<i>Achillea ageratifolia</i> subsp. <i>serbica</i> (Nyman) Heimerl; Al, Bu, Gr, ex Ju (2)
<i>Achillea rupestris</i> Huter, Porta & Rigo subsp. <i>rupestris</i> ; Bas, Cal (3)	<i>Achillea umbellata</i> (Sm.) DC.; Gr
<i>Adonis distorta</i> Ten.; Mar, Umb, Laz, Abr	<i>Adonis cyllenea</i> Boiss. & al.; Gr
<i>Allium anzaloni</i> Brullo, Pavone & Salmeri; Tos, Laz	<i>Allium dirphianum</i> Brullo & al.; Gr (4)
<i>Allium diomedea</i> Brullo; Pug	<i>Allium euboicum</i> Rech. F.; Gr
<i>Allium garbarii</i> Peruzzi; Pug, Cal, Sic (5)	<i>Allium rhodopeum</i> Velen.; Gr, Bu, ex Ju, Tu eur (6)
<i>Allium insubricum</i> Boiss. & Reuter; Lom	<i>Allium kermesinum</i> Reichenb.; ex Ju (Slovenia)
<i>Allium lojaconoi</i> Brullo; Sic (7)	<i>Allium maniaticum</i> Brullo & Tzanoud.; Gr (8)
<i>Allium pentadactyli</i> Brullo, Pavone & Sam.; Cal, Sic, Sar (9)	<i>Allium ionicum</i> Brullo & Tzanoudakis; Al, Gr, ex Ju (10)
<i>Allium vernale</i> Tineo; Sic	<i>Allium breviradium</i> Halácsy; Al, Gr, ex Ju
<i>Alyssum argenteum</i> All.; VdA, Pie	<i>Alyssum tenium</i> Halácsy; Gr
<i>Alyssum bertolonii</i> Desf. subsp. <i>Bertolonii</i> ; Lom, Lig, EmR, Tos	<i>Alyssum bertolonii</i> subsp. <i>scutarinum</i> E.I. Nădădy; Al, Gr, ex Ju.
<i>Alyssum cuneifolium</i> Ten. subsp. <i>cuneifolium</i> ; Abr	<i>Alyssum cuneifolium</i> Ten. subsp. <i>pirinicum</i> (Stoj. & Aht.) Stoj.; Bu
<i>Alyssum nebrodense</i> Tineo subsp. <i>nebrodense</i> ; Sic	<i>Alyssum nebrodense</i> subsp. <i>tenuicaule</i> Hartvig; Gr
<i>Alyssum tavolarae</i> Briq; Sar	<i>Alyssum smolikianum</i> Nădădy; Gr, Al
<i>Androsace adfinis</i> Biroli subsp. <i>brigantiaca</i> (Jourd. & Fourr.) Kress; Pie (anche sul versante francese delle Alpi Cozie)	<i>Androsace hedraentha</i> Griseb.; Bu
<i>Anchusa undulata</i> L. subsp. <i>capellii</i> (Moris.) Valsecchi; Sar	<i>Anchusa velenovskii</i> (Gusuleac) Stoj.; Bu
<i>Androsace mathildae</i> Levier; Abr, Lom, TAA, Ven, FVG (11)	<i>Androsace komovensis</i> Schonswetter & Scheenweiss G.M.; ex Ju
<i>Anthemis aetnensis</i> Schouw; Sic, Cal, Abr (12)	<i>Anthemis cretica</i> L. subsp. <i>Sibthorpii</i> ; Gr, ex Ju, Bu, Ro (13)
<i>Anthemis arvensis</i> L. subsp. <i>sphacelata</i> (C. Presl) R, Fernan.; Abr, Cam, Pug, Bas, Cal, Sic	<i>Anthemis arvensis</i> L. subsp. <i>cyllenea</i> (Halácsy) R. Fernan.; Gr
<i>Anthemis hydruntina</i> H. Groves; Pug, Bas, Cal	<i>Anthemis virescens</i> Velen.; Bu
<i>Anthemis muricata</i> (DC.) Guss.; Sic (14)	<i>Anthemis macedonica</i> subsp. <i>macedonica</i> Boiss & Orph.; Bu, Gr, ex Ju (15)
<i>Anthyllis vulneraria</i> L. subsp. <i>busambarensis</i> (Lojac.) Pignatti; Sic	<i>Anthyllis vulneraria</i> L. subsp. <i>pindicola</i> Cullen; Al, Bu, Gr, ex Ju (16)
<i>Aquilegia barbaricina</i> Arrigoni & Nardi; Sar	<i>Aquilegia pancicii</i> Degen; ex Ju
<i>Aquilegia bertolonii</i> Schott; Lig, EmR, Tos	<i>Aquilegia kitabelii</i> Schott; ex Ju
<i>Aquilegia magellenis</i> Soldano & F, Conti; Abr, Cam, Mol. (17)	<i>Aquilegia ottonis</i> subsp. <i>taygetea</i> (Boiss. & Orph.) Strid; Al, Gr, ex Ju (18)
<i>Aquilegia thalictifolia</i> Schott & Kotschy; Lom, TAA, FVG	<i>Aquilegia grata</i> Zimmeter; ex Ju

<i>Arenaria bertoloni</i> Fiori; Lig, Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas, Cal, Sar	<i>Arenaria gracilis</i> Wald. & Kitab.; ex Ju
<i>Arenaria huteri</i> Kerner; TAA, Ven, FVG	<i>Arenaria orbicularis</i> Vis.; ex Ju
<i>Aristolochia tyrrhena</i> E. Nardi & Arrigoni; Sar	<i>Aristolochia parviflora</i> Sm.; Gr
<i>Armeria macropoda</i> Boiss.; Cam, Bas, Sic, Sar (19)	<i>Armeria cariensis</i> DC.; Gr
<i>Armeria majellensis</i> Boiss. subsp. <i>Majellensis</i> ; tutte le regioni dall'Emilia Romagna alla Sicilia (20)	<i>Armeria dalmatica</i> G. Beck.; Al, Bu, Gr, ex Ju (21)
<i>Asperula calabra</i> (Fiori) Ehren. & Krendl; Bas, Cam, Cal, Sar (22)	<i>Asperula wettsteinii</i> Adam.; ex Ju
<i>Asperula hexaphylla</i> All.; presente nel versante italo-francese delle Alpi marittime (Lig, Pie) e Sic (23)	<i>Asperula doerfleri</i> Wett.; Al, Gr, ex Ju (24)
<i>Asperula purpurea</i> (L.) Ehren. subsp. <i>apuana</i> (Fiori) Bechi & Garbari; Tos.	<i>Asperula purpurea</i> (L.) Ehren. subsp. <i>apiculata</i> (Sibth) Sm & Ehren.; Al, ex Ju
<i>Asperula staliana</i> Vis. subsp. <i>Diomedea</i> ; Pug	<i>Asperula staliana</i> subsp. <i>staliana</i> Vis.; Gr, ex Ju (26)
<i>Astragalus maritimus</i> Moris; Sar	<i>Astragalus harbachii</i> Boiss.; Al, Bu, Gr
<i>Astragalus parnassii</i> subsp. <i>calabricus</i> (Fisch.) Zarre-Mobarakeh; Cal	<i>Astragalus parnassii</i> Boiss subsp. <i>parnassii</i> ; Al, Gr, ex Ju, Tu eur
<i>Astragalus pelecinus</i> (L.) Barneby subsp. <i>pelecinus</i> ; Lig, Tos, Laz, Mol, Cam, Cal, Sic, Sar	<i>Astragalus pelecinus</i> L. Barneby subsp. <i>dalmaticus</i> Trinajstić; ex Ju
<i>Asyneuma limonifolium</i> L. Janch. subsp. <i>limonifolium</i> ; Pug, Bas	<i>Asyneuma pichleri</i> Lakusic D. & F. Conti; ex Ju
<i>Athamanta cortiana</i> Ferrarini; Tos	<i>Athamanta densa</i> Boiss. & Orph.; Al, Gr
<i>Aubrieta columnae</i> Guss. subsp. <i>columnae</i> ; EmR, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas (27)	<i>Aubrieta columnae</i> Guss. subsp. <i>pirinica</i> ; Al, Bu, ex Ju, Ro (28)
<i>Aurinia leucadea</i> Guss. subsp. <i>diomedea</i> ; Pug	<i>Aurinia media</i> (Host) Schur; ex Ju
<i>Barbarea rupicula</i> Moris; Sar	<i>Barbarea macrophylla</i> (Halaïàcsy) Halácsy; Gr, ex Ju (29)
<i>Bellevalia webbiana</i> Parl.; EmR, Tos, Umb	<i>Bellevalia brevipedicellata</i> Turrill.; Gr
<i>Berberis vulgaris</i> subsp. <i>aetnensis</i> (C. Presl) Rouy & Foucaud; Cam, Bas, Cal, Sic, Sar	<i>Berberis cretica</i> L.; Gr, Tu eur
<i>Biscutella laevigata</i> L. subsp. <i>australis</i> ; Abr, Pie, Lom, TAA, Ven, FVG, EmR, Abr (30)	<i>Biscutella laevigata</i> L. subsp. <i>gracilis</i> Mach-Laur.; ex Ju (31)
<i>Brassica insularis</i> Moris; Sar.	<i>Brassica cretica</i> Lam.; Gr
<i>Brassica rupestris</i> Raf. subsp. <i>rupestris</i> ; Cal, Sic (32)	<i>Brassica botteri</i> Vis.; ex Ju (33)
<i>Buglossoides calabra</i> (Ten.) I. M. Johnst.; Bas, Cal	<i>Buglossoides goulliandrianum</i> ; Gr
<i>Bunium petraeum</i> Ten.; Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas, Cal	<i>Bunium alpinum</i> Wald. & Kit. subsp. <i>montanum</i> ; Al, ex Ju
<i>Bupleurum gussonei</i> (Arcan.) S. & B. Sonegrup; Tos, Abr, Cal	<i>Bupleurum flavicans</i> Boiss. & Heldr.; Al, Gr, ex Ju (34)
<i>Campanula bertolae</i> Colla; Pie, Lom, Ven, Lig, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam (35)	<i>Campanula velebitica</i> Borbàs; Al, Bu, Gr, ex Ju (36)
<i>Campanula garganica</i> Ten. subsp. <i>garganica</i> ; Pie, Lom, Ven, Laz, Pug (37)	<i>Campanula garganica</i> Ten. Subsp. <i>acarranica</i> (Dambolt) Dambolt; Gr, ex Ju (38)
<i>Campanula micrantha</i> Bertol.; Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam	<i>Campanula marchesetti</i> Witasek; ex Ju
<i>Campanula morettiana</i> Rchb.; TAA, Ven, FVG.	<i>Campanula radicata</i> Bory & Chaub.; Gr
<i>Campanula raineri</i> Perp.; Lom, TAA	<i>Campanula aizoon</i> Boiss. & Spruner.; Al, Bu, Gr, ex Ju (39)
<i>Campanula scheuzeri</i> Vill. subsp. <i>pollinensis</i> (Podlech) Bernardo, Gargano & Peruzzi; Mar, Abr, Pug, Bas, Cal, Sic (40)	<i>Campanula crassipes</i> Heuffel; ex Ju
<i>Cardamine monteluccii</i> Brilli Catt. & Gubellini; Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Cam, Bas, Cal, Sic	<i>Cardamine fialae</i> Fritsch.; ex Ju (41)
<i>Cardamine silana</i> Marhold & Perny; Cal	<i>Cardamine acris</i> Griseb.; Al, Bu, Gr, ex Ju
<i>Carduus affinis</i> Guss. subsp. <i>affinis</i> ; Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas, Cal (42)	<i>Carduus kernerii</i> Simonk. subsp. <i>scardicus</i> ; Al, Bu, Gr, Rm, ex Ju (43)

<i>Carduus micropterus</i> (Borbàs) Teyber subsp. <i>pespinosus</i> (Fiori) Kazmi; Tos, Mar, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Sic (44)	<i>Carduus taygeteus</i> Boiss & Heldr. subsp. <i>taygeteus</i> ; Gr.
<i>Carlina macrocephala</i> Moris subsp. <i>macrocephala</i> ; Sar, Sic (45)	<i>Carlina frigida</i> subsp. <i>fiumensis</i> (Simonk.) Meusel & Kastner; Al, Gr, ex Ju (46)
<i>Carlina sicula</i> Ten; Sic	<i>Carlina barnediana</i> B.L. Burt. & P.H. Davis; Gr
<i>Carum flexuosum</i> (Ten.) Nyman; Lig, EmR, Tos, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas	<i>Carum heldreicki</i> Boiss.; Al, Gr, ex Ju
<i>Carum apuanum</i> (Viv.) Grande subsp. <i>apuanum</i> ; Tos	<i>Carum rigidulum</i> Hartvig subsp. <i>bulgaricum</i> ; Gr (47)
<i>Centaurea ambigua</i> Guss. subsp. <i>ambigua</i> ; Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol Cam, Sic (48)	<i>Centaurea affinis</i> Friv. subsp. <i>affinis</i> ; Al, Bu, Gr, ex Ju, Ro, Tu eur (49)
<i>Centaurea aspromontana</i> Brullo, Scelsi & Spampinato; Pug, Bas, Cal, Sic (50)	<i>Centaurea deustiformis</i> Adamovic Al, Gr, ex Ju (51)
<i>Centaurea brulla</i> Greuter; Pug, Bas	<i>Centaurea idaea</i> (Boiss. & Heldr.)
<i>Centaurea bugellensis</i> (Soldano) Soldano; Pie	<i>Centaurea nervosa</i> Willd. subsp. <i>davidovii</i> (Urum) Hayek; Bu
<i>Centaurea centauroides</i> L.; Mol, Pug, Bas	<i>Centaurea nikolai</i> Bald.; Al, Bu, Ro, ex Ju (52)
<i>Centaurea ceratophylla</i> Ten. subsp. <i>ceratophylla</i> ; Mar, Laz, Abr	<i>Centaurea ceratophylla</i> Ten. subsp. <i>danielae</i> F. Conti, Moraldo & Ricceri; ex Ju
<i>Centaurea cineraria</i> L. subsp. <i>cineraria</i> ; Lig, EmR, Tos, Umb, Laz, Abr, Mol, Pug, Cam, Bas, Cal (53)	<i>Centaurea cuspidata</i> Vis.; Al, Bu, Gr, ex Ju (54)
<i>Centaurea diomedea</i> (Gasp.); Abr, Pug, Bas (55)	<i>Centaurea albanica</i> (Halácsy) Dostal; Al, Bu, Gr, ex Ju, Ro, Tu eur (56)
<i>Centaurea filiformis</i> Viv. subsp. <i>filiformis</i> ; Pug, Bas, Sar (57)	<i>Centaurea musarum</i> Boiss. & Orphan.; Bu, Gr, ex Ju, Ro (58)
<i>Centaurea horrida</i> Badarò; Sar	<i>Centaurea spinosa</i> L.; Gr, Tu eur
<i>Centaurea jacea</i> L. subsp. <i>forojuliensis</i> (Poldini) Greuter; FVG	<i>Centaurea jacea</i> L. subsp. <i>banatica</i> Hayek; Bu, ex Ju, Ro
<i>Centaurea kartschiana</i> Scop.; FVG	<i>Centaurea dalmatica</i> A.Kern. subsp. <i>dalmatica</i> ; Al, Gr, ex Ju (59)
<i>Centaurea macroacantha</i> Guss.; Sic	<i>Centaurea pontica</i> Prodan & Nyar.; Gr, Ro (60)
<i>Centaurea nigrescens</i> Willd. subsp. <i>neapolitana</i> (Boiss.) Dostal; dall'Emilia Romagna alla Calabria (61)	<i>Centaurea nigrescens</i> Willd. subsp. <i>smolinensis</i> (Hayek) Dostal; ex Ju
<i>Centaurea solstitialis</i> L. subsp. <i>schouwii</i> (DC.) Gugler; Sar	<i>Centaurea solstitialis</i> subsp. <i>erythracantia</i> (Halácsy); Gr
<i>Centaurea tauromenitana</i> Guss.; Sic	<i>Centaurea chrysolepis</i> Vis.; Bu, ex Ju, Ro (62)
<i>Centranthus trinervis</i> (Viv.) Bég.; Sar	<i>Centranthus juncus</i> (Boiss. & Heldr.) J.B.K. Richardson; Gr
<i>Cephalaria squamiflora</i> (Seeber) Greuter subsp. <i>mediterranea</i> (Viv.) Pignatti; Sar	<i>Cephalaria squamiflora</i> Szabò subsp. <i>squamifolia</i> ; Gr
<i>Cerastium granulatum</i> (Huter, Porta & Rigo) Chiov.; Cam, Bas, Cal, Sar (63)	<i>Cerastium tricogynum</i> Moschl; Al, Bu, Gr, ex Ju (64)
<i>Cerastium thomasii</i> Ten.; FVG, Lig, Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Bas, Cal, Sic, Sar (65)	<i>Cerastium arvense</i> L. subsp. <i>lerchenfeldianum</i> (Schur) Ascherson & Graebner; Gr, ex Ju (66)
<i>Cerastium tomentosum</i> L.; tutta Italia escluso VdA, Lom, Lig, Tos	<i>Cerastium candidissimum</i> ; Bu, Gr, ex Ju (67)
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> L. subsp. <i>magellense</i> (Ten) Pignatti; EmR, Tos, Laz, Abr, Cam, Bas, Cal	<i>Chaerophyllum coloratum</i> Mantissa; Al, ex Ju
<i>Cirsium bertolonii</i> Spreng; EmR, Tos, Mar (68)	<i>Cirsium candelabrum</i> Griseb.; Al, Bu, Gr, ex Ju, Ro, Tu eur
<i>Cirsium vallis demoni</i> Lojac.; Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Cal, Bas (69)	<i>Cirsium hypsopilum</i> Boiss. & Heldr.; Gr (70)
<i>Clinopodium alpinum</i> L. subsp. <i>sardoum</i> (Asch. & Levier) Govaerts; Sar	<i>Clinopodium alpinum</i> L. subsp. <i>majoranifolius</i> (Mill.) Govaerts; Al, ex Ju (71)
<i>Colchicum actupii</i> A. Fridlender; Sar (72)	<i>Colchicum lingulatum</i> subsp. <i>lingulatum</i> Boiss.; Al, Gr (73)

<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv. subsp. <i>densiflora</i> (J. & C. Presl.) Arcan.; Umb, Bas, Cal, Sic	<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv. subsp. <i>incisa</i> ; Al, Gr, ex Ju (74)
<i>Crepis brulla</i> Greuter; Pug, Cal	<i>Crepis cretica</i> Boiss.; Gr
<i>Crepis lacera</i> Ten.; FVG, dall'Emilia Romagna alla Calabria	<i>Crepis bertiscei</i> Jav.; Al, ex Ju
<i>Crepis magellensis</i> F. Conti; Abr	<i>Crepis schatchii</i> Babcock; Bu
<i>Crocus etruscus</i> Parl.; EmR, Tos, Laz, Cam, Sic (75)	<i>Crocus kosaninii</i> Pulevic; Al, Bu, Gr, ex Ju (76)
<i>Cynoglossum magellense</i> Ten.; Mar, Umb, Laz, Abr, Cam, Bas, Cal	<i>Cynoglossum velebiticum</i> K. Maly; ex Ju (77)
<i>Cytisus aeolicus</i> Guss.; Sic	<i>Cytisus agnipilus</i> Velen.; Al, Bu, Gr, ex Ju
<i>Delphinium emarginatum</i> C. Presl subsp. <i>emarginatum</i> ; Sic	<i>Delphinium fissum</i> Waldst. & Kit. subsp. <i>caseyi</i> (B. L. Burt) C. Blanchè & Molero; Ci
<i>Dianthus carthusianorum</i> L. subsp. <i>tenorei</i> (Lacaita) & Pignatti; Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas, Cal	<i>Dianthus carthusianorum</i> subsp. <i>latifolius</i> (Griseb. & Schenk) Hegy; ex Ju (78)
<i>Dianthus tarentina</i> Lacaita; Laz., Abr, Cam, Cal, Sic, Sar (79)	<i>Dianthus multinervis</i> Vis.; Al, Gr, ex Ju (80)
<i>Dianthus vulturius</i> Guss. & Ten, subsp. <i>vulturius</i> ; Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal (81)	<i>Dianthus fruticosus</i> L. subsp. <i>amorginus</i> Raunemark; Al, Bu, Gr, ex Ju, Tu eur (82)
<i>Echinops ritro</i> L. subsp. <i>siculus</i> ; Sic	<i>Echinops ritro</i> L. subsp. <i>thracicus</i> Velen.; Bu, Gr (83)
<i>Edraianthus graminifolius</i> L. A. DC. subsp. <i>siculus</i> (Strobl) Greuter & Burdet; Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas, Cal, Sic (84)	<i>Edraianthus australis</i> (Wettst). Lakusic; Gr, ex Ju (85)
<i>Epipactis autumnalis</i> Dor; Ven, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal (86)	<i>Epipactis heraclea</i> Delforge & Kreutz; Gr
<i>Erodium alpinum</i> L'Her; Umb, Laz, Abr, Mol	<i>Erodium guicciardii</i> Heldr. Ex Boiss.; Gr
<i>Erysimum aetnense</i> Jordan; Sic	<i>Erysimum mutabile</i> Boiss. & Heldr.; Gr
<i>Erysimum majellense</i> Polatschek; Laz, Abr, Mol, Pug, Bas	<i>Erysimum comatum</i> Pancic; Bu, Gr, ex Ju, Ro
<i>Erysimum metlesicsii</i> Polatschek; Sic	<i>Erysimum raulinii</i> Boiss.; Gr
<i>Erysimum pseudorhaeticum</i> Polatschek; Lig, Tos, EmR, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas	<i>Erysimum linearifolium</i> Tausch; Al, Gr, ex Ju
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L. subsp. <i>arbuscula</i> Meusel; Cal, Sic, Sar (87)	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L. subsp. <i>heldreickii</i> Boiss.; Gr
<i>Euphorbia barrellieri</i> Savi subsp. <i>barellieri</i> ; Tos, Laz	<i>Euphorbia orphanidis</i> ; Gr
<i>Euphorbia ceratocarpa</i> Ten.; Pug, Cal, Sic	<i>Euphorbia gregerenii</i> K. Malyi ex Beck; Alb, Gr, ex Ju, Ro
<i>Euphorbia gasparrinii</i> (Boiss.) subsp. <i>gasparrinii</i> ; Umb, Abr, Mol, Cal, Sic (88)	<i>Euphorbia lingulata</i> Heuffel; Al, Gr, ex Ju, Ro
<i>Euphorbia nicaensis</i> All. subsp. <i>japigica</i> (Ten.) Arcan.; Tos, Pug (89)	<i>Euphorbia nicaensis</i> All. subsp. <i>cadrlateri</i> (Prodan) Kuzmanov; Bu (90)
<i>Euphorbia papillaris</i> Boiss. Raffaelli & Ricceri; Sic	<i>Euphorbia sultan bassei</i> Strid A, Bentzer, Bothmer, Engstrand & Gustaffson; Gr
<i>Festuca apuanica</i> Markgr.-Dann.; Abr, Tos (91)	<i>Festuca panciana</i> (Hack.) Richt.; Al, Bu, ex Ju, Ro (92)
<i>Festuca austrodolomitica</i> Pils & Prosser; TAA, Ven	<i>Festuca halleri</i> subsp. <i>scardica</i> (Griseb.) Markgr.-Dann.; ex Ju
<i>Festuca centro-apenninica</i> (Markgr.-Dann.) Foggi, F. Conti & Pignatti; Tos, Umb, Mar, Abr, Sic (93)	<i>Festuca horvatiana</i> Markgr.-Dann.; Al, Gr, ex Ju (94)
<i>Festuca inops</i> De Not; dalla Liguria al Molise	<i>Festuca lapidosa</i> (Degen) Markgr.-Dann.; ex Ju
<i>Festuca violacea</i> (Schl. ex Gaud.) subsp. <i>italica</i> Foggi, Graz., Rossi & Sign.; EmR, Tos, Mar, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas, Cal (95)	<i>Festuca violacea</i> Schleich ex Gaudin subsp. <i>handelli</i> Markgr.-Dann.; Gr
<i>Galatella sorrentinoides</i> Todaro; Sic	<i>Galatella albanica</i> Degen; Al, ex Ju
<i>Galium litorale</i> Guss.; Sar	<i>Galium firmum</i> Tausch; Al, ex Ju
<i>Galium magellense</i> Ten.; Pie, Lom, TAA, Ven, FVG, Lig, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Cal (96)	<i>Galium demissum</i> Boiss.; Bu, Gr (97)
<i>Galium paleoitalicum</i> Ehren.; Tos, Cam, Bas, Cal	<i>Galium cyllenium</i> Boiss. & Heldr.; Gr (98)

<i>Galium verrucosum</i> Huds. subsp. <i>halophilum</i> (Ponzo) Lambinon; Tos, Sic, Sar	<i>Galium intricatum</i> Markgr. & Reuter Al & Gr
<i>Genista aetnensis</i> (Raf. Ex Biv.) DC.; Mol, Cam, Cal, Sic, Sar	<i>Genista nissana</i> Petrovic; ex Ju
<i>Genista aristata</i> C. Presl.; Mar, Pug, Sar (99)	<i>Genista dalmatica</i> Bartl. H. Lindb.; Al, ex Ju
<i>Genista salzmännii</i> DC. (Sar); Lig, Tos, Sar (100)	<i>Genista parnassica</i> Halácsy; Gr
<i>Genista tyrrhena</i> Vals.; Laz, Cam, Sic (101)	<i>Genista sessilifolia</i> DC.; Bu, ex Ju
<i>Gentianella columnae</i> (Ten.) Holub; dalle Marche alla Calabria	<i>Gentianella laevicalix</i> Rohlena; ex Ju
<i>Geranium austroapenninum</i> Aedo; Laz, Abr, Mol, Cam, Bas, Cal	<i>Geranium thessalum</i> Franzen; Gr
<i>Glechoma sardoa</i> Beg.; Sar	<i>Glechoma serbica</i> Halácsy & Wetts.; ex Ju
<i>Goniolimon italicum</i> Tammaro, Frizzi & Pignatti; Abr	<i>Goniolimon dalmaticum</i> (C.Presl) Rchb.; Al, Bu, Gr, ex Ju (102)
<i>Gypsophila papillosa</i> Porta; Ven	<i>Gypsophila visiani</i> Beg.; ex Ju (103)
<i>Helichrysum frigidum</i> (Labill.) Willd.; Sar	<i>Helichrysum doerfleri</i> Rchb.; Gr (104)
<i>Helichrysum hyblaicum</i> Brullo; Sic, Sar (105)	<i>Helichrysum heldreichii</i> Boiss.; Gr, ex Ju (106)
<i>Heliotropium suaveolens</i> M. Bieb.; Cam, Sic	<i>Heliotropium halacysi</i> Riedl; Gr
<i>Heptaptera angustifolia</i> (Bertol.) Tutin; Bas	<i>Heptaptera colladionoides</i> Margot & Reuter; Gr
<i>Hypochaeris sardoa</i> Bacch., Brullo & Terrasi; Sar	<i>Hypochaeris tenuiflora</i> Boiss.; Gr
<i>Hypochaeris facchiniana</i> Ambrosi; Lom, TAA, Ven, Sar (107)	<i>Hypochaeris tenuiflora</i> Boiss.; Gr
<i>Iberis integerrima</i> Moris; Sar	<i>Iberis thracica</i> Stefanov; Gr
<i>Iris marsica</i> I. Ricci & Colas.; Mar, Laz, Abr, Mol	<i>Iris hellenica</i> Merrimig. Kit Tan. & Yannits; Gr
<i>Iris cengialti</i> A. Kern. subsp. <i>cengialti</i> ; Lom, TAA, Ven, FVG (108)	<i>Iris pseudopallida</i> Trinajstić; ex Ju (109)
<i>Iris psuedopumila</i> Tineo; Mol, Cam, Pug, Bas, Sic (110)	<i>Iris adriatica</i> Trinajstić; ex Ju
<i>Iris relictica</i> Colas.; Laz, Mol, Bas	<i>Iris reichenbachii</i> Heuffel; Bu, Gr, ex Ju, Ro
<i>Jacobaea ambigua</i> (Biv.) DC.; Sic	<i>Jacobaea taygetea</i> Boiss. & Heldr.; Gr
<i>Jacobaea gibbosa</i> (Guss.) B. Nord & Greuter; Pie, Lig, Tos, Laz, Cam, Cal, Sic, Sar (111)	<i>Jacobaea gnaphaloides</i> (Spreng.) Veldkamp; Gr
<i>Jacobaea samnitum</i> (Nyman) Greuter; Abr, Mol, Bas, Cal	<i>Jacobaea pancici</i> (Degen.) Vladimirov & Raab Staube; Bu, ex Ju
<i>Jurinea bocconii</i> (Guss.) DC.; Sic	<i>Jurinea taygetea</i> ; Gr, Bu, ex Ju
<i>Knautia baldensis</i> Borbas; Lom, TAA, Ven, Bas, Cal (112)	<i>Knautia pancicii</i> Szabò; Al, Bu, Gr, ex Ju (113)
<i>Knautia gussonei</i> Szabò; Abr	<i>Knautia sarajevensis</i> (G.Beck) Szabò; ex Ju
<i>Lactuca longidentata</i> Moris; Sar	<i>Lactuca acanthifolia</i> (Willd.) Boiss.; Gr
<i>Lamium garganicum</i> L. subsp. <i>gracile</i> (Briq.) Greuter & Burdet; Laz, Abr, Mol, Bas, Sar (114)	<i>Lamium garganicum</i> L. subsp. <i>pictum</i> (Boiss. & Heldr.) P.W. Ball; Gr
<i>Lamyropsis microcephala</i> (Moris) Dittrich & Greuter; Sar	<i>Lamyropsis cynaroides</i> (Lam.) Dittrich & Greuter; Gr
<i>Laserpitium nitidum</i> Zanted.; Lom, TAA	<i>Laserpitium pseudomeum</i> Boiss.; Gr
<i>Laserpitium siler</i> L. subsp. <i>siculum</i> (Spreng.) Santangelo, F.Conti & Gubellini; Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas, Cal, Sic	<i>Laserpitium siler</i> L. subsp. <i>zernyi</i> (Hayek) Tutin; Al, Gr, ex Ju (115)
<i>Leontodon anomalus</i> Bali.; Lig, Tos, Pug, Bas	<i>Leontodon rossianus</i> (Degen & Leyngel) Hayek; Gr
<i>Leontodon apulus</i> (Fiori & Brullo); Pug, Bas	<i>Leontodon graecus</i> Boiss. & Heldr.; Gr
<i>Leontodon intermedius</i> Huter, Porta & Rigo; Laz, Abr, Pug, Bas, Cal, Sic (116)	<i>Leontodon hellenicus</i> Phitos; Gr
<i>Leopoldia gussonei</i> (Parl.) Tod.; Sic	<i>Leopoldia cicladica</i> Greuter & Strid; Gr
<i>Leucanthemum laciniatum</i> Hute, Porta & Rigo; Cam, Bas, Cal	<i>Leucanthemum chloroticum</i> Kern. & Murb. ex Ju
<i>Leucanthemum tridactylites</i> (Kern. & Huter) Huter, Porta & Rigo Laz, Abr & Mol.	<i>Leucanthemum lithopolitanicum</i> Horvatic; ex Ju (Slovenia)
<i>Leucanthemum virgatum</i> (Desr.) Clos; Pie, Lig (anche sul versante francese delle Alpi Marittime)	<i>Leucanthemum visianii</i> (Gjurasin) Vogt & Greuter; ex Ju

<i>Limonium diomedea</i> Brullo; Pug	<i>Limonium vestitum</i> C.E.Salmon; ex Ju
<i>Linum punctatum</i> C.Presl. subsp. <i>punctatum</i> ; Sic	<i>Linum punctatum</i> C.Presl. subsp. <i>picnophyllum</i> Boiss. & Heldr.; Gr
<i>Lithodora rosmarinifolia</i> (Ten.) I.M.Johnst.; Pug, Sic	<i>Lithodora zahni</i> (Halácsy); Gr
<i>Lithospermum calabrum</i> Ten.; Bas, Cal	<i>Lithospermum glandulosum</i> Rech; Bu
<i>Lomelosia crenata</i> (Cirillo) Greuter & Burdet subsp. <i>pseudisetensis</i> (Lacaita) Greuter & Burdet; Sic	<i>Lomelosia crenata</i> (Cirillo) Greuter & Burdet subsp. <i>breviscapa</i> (Boiss. & Heldr.) Greuter & Burdet; Gr
<i>Luzula sicula</i> Parl.; Laz, Abr, Cam, Bas, Sic	<i>Luzula croatica</i> Beyer; ex Ju
<i>Melampyrum italicum</i> Soò; Pie, TAA, Ven, Lig, Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Cal	<i>Melampyrum degenianum</i> Soò; ex Ju
<i>Melampyrum variegatum</i> Huter, Porta & Rigo; Mar, Laz, Abr, Mol, Bas, Pug, Cal	<i>Melampyrum trichocalycinum</i> Vandas; Al, Bu, Gr, ex Ju (117)
<i>Micromeria canescens</i> (Guss.) Benth.; Mol, Pug, Bas, Cal	<i>Micromeria parviflora</i> Rchb.; Al, ex Ju (118)
<i>Micromeria marginata</i> (Sm.) Chater; Pie, Lig (anche sul versante francese delle Alpi marittime)	<i>Micromeria croatica</i> (Perss.) Schott; ex Ju (119)
<i>Minuartia glomerata</i> (M.Bieb.) Degen subsp. <i>trichocalycina</i> (Ten & Guss) F. Conti; Abr	<i>Minuartia glomerata</i> (M.Bieb.) Degen subsp. <i>macedonica</i> (Degen & Dorfner) Mc Neil; Al, Bu, Gr, ex Ju (120)
<i>Minuartia graminifolia</i> (Ard.) Jav. subsp. <i>graminifolia</i> ; Pie, Ven, FVG, Abr, Mol, Cam, Pug, Sic (121)	<i>Minuartia bulgarica</i> Velen; Al, Bu, Gr, ex Ju (122)
<i>Moheringia lebrunii</i> Mexm.; Lom, TAA, Ven, Lig, Mar (123)	<i>Moheringia jankae</i> Griseb.; Bu, ex Ju, Ro (124)
<i>Moltkia sufruticosa</i> (L.) Brand; Ven, Tos	<i>Moltkia petraea</i> (Tratt.) Griseb.; Al, Gr, ex Ju
<i>Myosotis ambigens</i> (Bèg) Grau; Mar, Laz, Abr, Mol, Bas, Cal	<i>Myosotis suaveolens</i> Willd.; Al, Bu, Gr, ex Ju
<i>Myosotis decumbens</i> Host. subsp. <i>florentina</i> Grau; Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol	<i>Myosotis decumbens</i> Host subsp. <i>variabilis</i> (P.Angelis) Grau; ex Ju
<i>Nepeta foliosa</i> Moris; Sar	<i>Nepeta melissifolia</i> Lam.; Gr
<i>Odontites bocconii</i> (Guss.) Walp.; Sic, Sar	<i>Odontites linkei</i> Heldr. & Sart. Ex Boiss.; Gr
<i>Onosma canescens</i> C.Presl; Cam, Sic	<i>Onosma stellulata</i> Wald. & Kitaib.; Al, Gr, ex Ju (125)
<i>Onosma echioides</i> (L.) L.; Pie, Ven, Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal	<i>Onosma thracica</i> Velen; Bul, Gr, ex Ju, Tur eur (126)
<i>Onosma pseudarenaria</i> Schur subsp. <i>lucana</i> (Lacaita) Rauschert; Bas, Cal	<i>Onosma pseudarenaria</i> Schur subsp. <i>albanica</i> (Dorfner & Ronninger) Rauschert, Al, ex Ju (127)
<i>Ophrys candica</i> W.Greuter, Matthias & Risse; Cam, Pug, Bas, Sic, Sar (128)	<i>Ophrys halia</i> H.J. Paulus; Gr
<i>Ophrys crabronifera</i> Mauri; Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal, Sic, Sar (129)	<i>Ophrys argolica</i> H.Fleischmann subsp. <i>argolica</i> ; Gr (130)
<i>Ophrys explanata</i> (Lojac.) P.Delforge; Pie, Lom, TAA, Ven, FVG, Lig, EmR, Abr, Pug, Bas, Sic (131)	<i>Ophrys flavicans</i> Vis.; ex Ju
<i>Ophrys fusca</i> Link subsp. <i>lucana</i> (P.Delforge, Devillers-Tersch. & Devillers) Kreutz; Tos, Abr, Pug, bas, Cal, Sic, Sar (132)	<i>Ophrys fusca</i> Link subsp. <i>creticola</i> H.Paulus; Gr (133)
<i>Ophrys holosericea</i> (Burm. f.) Greuter subsp. <i>annae</i> Devillers-Tersch. & Devill.; Laz, Cam, Pug, Bas, Cal, Sic, Sar (134)	<i>Ophrys medea</i> Devillers & Devillers-Tersch.; Gr, ex Ju (135)
<i>Ophrys holosericea</i> (Burm. f.) subsp. <i>apulica</i> O.Danesch & E.Danesch; Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal	<i>Ophrys pharia</i> Devillers & Devillers-Tersch.; Gr, ex Ju (136)
<i>Ophrys iricolor</i> subsp. <i>lojaconoi</i> (P. Delforge) Kreutz; Sar (137)	<i>Ophrys astypaleica</i> P.Delforge; Gr (138)
<i>Ophrys mirabilis</i> Genier & Meliki; Sic	<i>Ophrys omegaifera</i> H.Fleischmann; Gr (139)
<i>Ophrys sphegodes</i> subsp. <i>praecox</i> ; Lig, Tos, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal, Sic (140)	<i>Ophrys cephalonica</i> B.Baumann & H.Baumann; Al, Gr, ex Ju (141)
<i>Ophrys subfusca</i> Rchb. & Hauskn. subsp. <i>archimedeia</i> (P.Delforge & M.Walwerens) Kreutz; Sic, Sar (142)	<i>Ophrys subfusca</i> Rchb. & Hauskn. subsp. <i>lindia</i> H.Paulus; Gr

<i>Ornithogalum etruscum</i> Parl.; Tos, Mar, Laz, Abr, Mol (143)	<i>Ornithogalum orthophyllum</i> Ten. subsp. <i>orbelicum</i> (Velen.) Zahar; Bu, Ro (144)
<i>Ornithogalum excapum</i> Ten.; Lig, EmR, Tos, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal, Sic, Sar	<i>Ornithogalum wiedemannii</i> subsp. <i>wiedermanii</i> Boiss.; Gr, Tu eur
<i>Paeonia morisii</i> Cesca, Bernardo & Passalacqua; Sar	<i>Paeonia hellenica</i> Tzan; Gr
<i>Peucedanum narbonense</i> (Guss.) Strobl; Sic	<i>Peucedanum alpinum</i> (Sieber & Schultes) L.Burt & P.H.Davis; Gr
<i>Phleum sardoum</i> (Hack) Hack; Sar	<i>Phleum crypsoides</i> (D'Urv.); ex Ju
<i>Phlomis tenorei</i> Soldano; Pug, Bas	<i>Phlomis cretica</i> C.Presl; Gr
<i>Pimpinella anisoides</i> V.Brig.; Laz, Cam, Bas, Cal, Sic	<i>Pimpinella serbica</i> (Vis.) Benth & Hooker; Al, ex Ju
<i>Pinguicula fiorii</i> Tamaro & Pace; Abr	<i>Pinguicula balcanica</i> Casper subsp. <i>balcanica</i> ; Al, Bu, Gr, ex Ju
<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>nigra</i> var. <i>italica</i> Tamaro; Abr	<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>dalmatica</i> (Vis.) Franco; ex Ju (145)
<i>Plantago media</i> L. subsp. <i>brutia</i> (Ten.) Arcan.; Bas, Cal	<i>Plantago media</i> L. subsp. <i>pindica</i> (Hauskn.) Greuter & Burdet; Gr
<i>Polygala carueliana</i> (Benn.) Burnat; Tos	<i>Polygala cristagalli</i> Chodat; Gr
<i>Polygala nicaensis</i> Risso ex Kock subsp. <i>forojulensis</i> (A.Kerner) Graebner; FVG	<i>Polygala nicaensis</i> N.D.J.Kock subsp. <i>tomentella</i> (Boiss.) Chodat; Gr
<i>Polygala pisaurensis</i> Caldesi; Mar	<i>Polygala doerfleri</i> Hayek; Al, ex Ju
<i>Polygala preslii</i> Spreng.; Cal, Sic	<i>Polygala venulosa</i> Sm.; Bu, Gr
<i>Polygonum gussonei</i> Tod.; Cam, Sic	<i>Polygonum idaeum</i> Hayek; Gr
<i>Polygonum scoparium</i> Loisel.; Sar	<i>Polygonum icaricum</i> Rech.f.; Gr
<i>Potentilla rupestris</i> L. subsp. <i>corsica</i> (Soleirol ex Lehm) Rouy & E.G.Camus; Sar	<i>Potentilla regis-borisii</i> Stoj.; Bu
<i>Potentilla valderia</i> L.; Pie, Lig, (anche nel versante francese delle Alpi Marittime)	<i>Potentilla haynaldiana</i> Janka; Bu, Gr, Ro, ex Ju
<i>Primula apennina</i> Widmer; EmR, Tos	<i>Primula carniolica</i> Jacq.; ex Ju (Slovenia)
<i>Primula spectabilis</i> Tratt.; Lom, TAA, Ven	<i>Primula deorum</i> Velen.; Bu
<i>Primula tyrolensis</i> Schott; Lom, TAA, Ven	<i>Primula kitaibeliana</i> Schott; ex Ju
<i>Ptilostemon niveus</i> (C.Presl.) Greuter; Bas, Cal, Sic	<i>Ptilostemon afer</i> (Jacq.) W.Greuter; Al, Bu, Gr, ex Ju, Tu eur
<i>Pumonia vallarsae</i> A.Kern.; Lom, TAA, Ven	<i>Pulmonaria rubra</i> Schott; Al, Bu, ex Ju
<i>Ranunculus apenninus</i> (Chiov.) Pgnatti; Lig, EmR, Tos, Mar, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas, Cal (146)	<i>Ranunculus hayeki</i> Dorfner; Al, Gr, ex Ju (147)
<i>Ranunculus magellensis</i> Ten.; Laz, Abr, Mol	<i>Ranunculus crenatus</i> Wald & Kit.; Al, Bu, Gr, ex Ju (148)
<i>Ranunculus monspeliacus</i> L. subsp. <i>aspromontanus</i> (Huter) Peruzzi & N.G.Passal.; Cal, Sic	<i>Ranunculus miliarakesii</i> Halácsy; Gr
<i>Ranunculus polyanthemus</i> L. subsp. <i>thomasi</i> (Ten.) Tutin; Laz, Abr, Pug, Bas, Cal	<i>Ranunculus radinotrichus</i> Greuter & Strid; Gr
<i>Ranunculus venetus</i> Landolt; Lom, Ven, FVG	<i>Ranunculus croaticus</i> Schott; Al, ex Ju
<i>Rhamnus glaucophylla</i> Sommer; Tos	<i>Rhamnus guicciardii</i> (Boiss.) Heldr. & Sart. ex Halácsy; Gr
<i>Rhamnus persicifolia</i> Moris; Sar	<i>Rhamnus orbiculatus</i> Bornm.; Al, ex Ju
<i>Rhaponticoides centaurium</i> L.M.V.Agaub & Greuter; Pug, Bas, Cal (149)	<i>Rhaponticoides amplifolia</i> (Boiss. & Heldr.) M.V.Agaub; Al, Bu, Gr
<i>Rhinanthus wettsteinii</i> (Sterneck) Soò; Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam	<i>Rhinanthus pindicus</i> (Sterneck) Soò; Gr
<i>Romulea linaresii</i> Parl. subsp. <i>linaresii</i> ; Sic	<i>Romulea linaresii</i> Parl. subsp. <i>graeca</i> Beguinot; Gr
<i>Rumex pulcher</i> L. subsp. <i>suffocatus</i> (Mori ex Bertol.) Nyman; Sar	<i>Rumex pulcher</i> L. subsp. <i>raulinii</i> (Boiss.) Rech.f.; Bu, Gr, Tu eur
<i>Salvia haemathodes</i> L.; Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal	<i>Salvia pratensis</i> L. subsp. <i>pozegensis</i> (Watzl-Zemann) Dikic; ex Ju
<i>Salvia pratensis</i> L. subsp. <i>saccardiana</i> (Pamp.) Poldini; TAA, Ven, FVG	<i>Salvia pratensis</i> L. subsp. <i>bertolonii</i> (Vis.) Soò; ex Ju

<i>Sanguisorba dodecandra</i> Moretti; Lom, TAA	<i>Sanguisorba albanica</i> András. & Jáv.; Al, ex Ju
<i>Saxifraga sedoides</i> L. subsp. <i>tomentosa</i> (Zenari) Poldini; FVG	<i>Saxifraga sedoides</i> L. subsp. <i>prenja</i> (G.Beck) Hayek; Al, ex Ju
<i>Saxifraga diapienoides</i> Bellardi; VdA, Pie	<i>Saxifraga spruneri</i> Boiss.; Al, Bu, Gr, ex Ju
<i>Saxifraga paniculata</i> Miller subsp. <i>stabiana</i> (Ten.) Pign.; Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas, Cal	<i>Saxifraga paniculata</i> Miller subsp. <i>malyi</i> Schozz.; ex Ju
<i>Saxifraga porophylla</i> Bertol. subsp. <i>porophylla</i> ; Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam	<i>Saxifraga porophylla</i> (Bertol.) Hayek subsp. <i>grisebackii</i> Degen & Dorfler; Al, Bu, Gr, ex Ju
<i>Saxifraga tombeanensis</i> Boiss. Ex Engler; Lom, TAA, Ven (150)	<i>Saxifraga scardica</i> Griseb.; Al, Bu, Gr, ex Ju (151)
<i>Saxifraga valdensis</i> DC.; Pie	<i>Saxifraga stribrnyi</i> (Velen) Podp.; Bu, Gr
<i>Scabiosa holosericea</i> Bertol.; Pie, Ven, FVG, Lig, EmR, Tos, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal (152)	<i>Scabiosa taygetea</i> Boiss. & Heldr. subsp. <i>taygetea</i> ; Gr, ex Ju (153)
<i>Scabiosa vestina</i> Facchini ex Koch; Lom, TAA, Sic (154)	<i>Scabiosa tenuis</i> Boiss.; Al, Gr
<i>Scorzonera callosa</i> Moris; Mol, Cam, Pug, Bas, Cal, Sic, Sar (155)	<i>Scorzonera scyria</i> Gustaff. & Sonegrup; Gr
<i>Scutellaria rubicunda</i> Hornem. subsp. <i>rubicunda</i> ; Sic.	<i>Scutellaria rubicunda</i> Hornemm. subsp. <i>rupestris</i> Boiss. & Heldr.; Al, Gr
<i>Sempervivum dolomiticum</i> Facchini; TAA, Ven	<i>Sempervivum kosanini</i> Praeger; ex Ju
<i>Sempervivum riccii</i> Iberite & Anzal.; Mar. Laz, Abr, Mol	<i>Sempervivum balcanicum</i> Stoj.; Bu
<i>Senecio apenninus</i> Tausch; Mar, Umb, Laz, Abr, Mol	<i>Senecio eubaeus</i> Boiss. & Heldr.; Gr. (156)
<i>Senecio apuanus</i> Tausch; Tos	<i>Senecio nemorensis</i> L. subsp. <i>bulgaricus</i> Velen.; Bu
<i>Senecio pygmaeus</i> DC.; Sic	<i>Senecio karoli malyi</i> Horvatic; ex Ju
<i>Senecio scopolii</i> Hoppe & Hornsch ex Bluff & Finger subsp. <i>floccosus</i> (Bertol.) Greuter; Mar, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal	<i>Senecio doronicum</i> L. subsp. <i>transylvanicus</i> (Boiss.) Nyman; Bu, Ro, ex Ju
<i>Sesleria calabrica</i> (Deyl) Di Pietro; Cal	<i>Sesleria comosa</i> Velen.; Al, Bu, Gr, ex Ju (157)
<i>Sesleria insularis</i> Sommier subsp. <i>barbaricina</i> Arrigoni; Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal, Sic, Sar (158)	<i>Sesleria insularis</i> Sommier subsp. <i>sillingeri</i> (Deyl) Deyl Al, Bu, Gr & ex Ju (159)
<i>Sideritis italica</i> (Mill) Greuter Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas & Cal	<i>Sideritis clandestina</i> (Bory & Chodat); Gr
<i>Silene badaroi</i> Breistr.; Lig, Tos, Cal, Sar (160)	<i>Silene cythnia</i> (Halácsy) Walters; Gr (161)
<i>Silene campanula</i> Pers.; Pie, Lig (anche sul versante francese delle Alpi Marittime)	<i>Silene balcanica</i> (Urum) Hayek; Bu, Gr
<i>Silene echinata</i> Otth; Cam, Bas, Cal	<i>Silene squamigera</i> Boiss.; Gr
<i>Silene notarisii</i> Ces.; Mar, Umb, Laz, Abr	<i>Silene parnassica</i> Boiss. & Spruner; Al, Gr, ex Ju
<i>Silene roemerii</i> Friv. subsp. <i>staminea</i> (Bertol.) Nyman; Mar, Umb, Laz, Abr, Bas	<i>Silene sendtneri</i> ; Al, Bu, Gr, ex Ju (162)
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke susp. <i>aetnensis</i> (Strobl) Pignatti; Sic	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke subsp. <i>suffrutescens</i> Greuter; Al, Bu, Gr, ex Ju (163)
<i>Soldanella calabrella</i> Kress; Cal	<i>Soldanella dimonieii</i> Vierh.; Al, Bu, ex Ju
<i>Soldanella minima</i> Hoppe subsp. <i>samnitica</i> Cristof. & Pignatti; Abr	<i>Soldanella pirinica</i> F.K.Meyer; Bu
<i>Solenanthus apenninus</i> L.Fischer & C.A.Mey; tutte le Regioni dalla Toscana alla Sicilia	<i>Solenanthus albanicus</i> Deg. & Bal.; Al, Gr, ex Ju (164)
<i>Stachys germanica</i> L. subsp. <i>dasyanthes</i> (Raf.) Arcang.; Sic	<i>Stachys germanica</i> L. subsp. <i>penicillata</i> (Boiss.) Nyman; Gr, ex Ju (165)
<i>Stachys recta</i> subsp. <i>tenoreana</i> Bornm.; Lom, EmR, Tos, Cam (166)	<i>Stachys recta</i> L. subsp. <i>doerfleri</i> Hayek; Al, Gr, ex Ju (167)
<i>Stipa aquilana</i> Moraldo; Abr	<i>Stipa danubialis</i> Dihoru & Roman; Ro
<i>Stipa austroitalica</i> Martinovsky subsp. <i>austroitalica</i> ; FVG, Abr, Cam, Pug, Bas, Cal (168)	<i>Stipa rechingeri</i> Martinovsky; Gr
<i>Stipa dasyvaginata</i> Martinovsky subsp. <i>apenninica</i> ; VdA, Pie, Lom, TAA, Ven, FVG, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Bas (169)	<i>Stipa mayeri</i> Martinovsky; ex Ju

<i>Tephrosia italica</i> Holub; Lom, TAA, Ven, FvG, Lig, EmR, Tos, Mar, Umb, Abr	<i>Tephrosia papposa</i> subsp. <i>wagneri</i> (Degen) B.Nord.; Bu, ex Ju
<i>Thesium sommieri</i> Hendrych; Tos	<i>Thesium auriculatum</i> Vandas; Al, ex Ju
<i>Thlaspi brevistylum</i> (DC.) Mutel; Sar	<i>Thlaspi creticum</i> (Degen & Jav) Greuter & Burdet; Gr
<i>Thlaspi stylosum</i> (Ten.) Mutel; Mar, Umb, Laz, Abr, Mol	<i>Thlaspi microphyllum</i> Boiss. & Orph.; Al, Gr, ex Ju
<i>Thlaspi torreanum</i> (Ten.) Greuter & Burdet; Mol, Bas	<i>Thlaspi goesingense</i> Halácsy; Al, Bu, Gr, ex Ju (170)
<i>Thymus spinulosus</i> Ten.; tutte le Regioni dal Lazio alla Sicilia	<i>Thymus aznavourii</i> Velen.; Bu, Gr, Tu eur (171)
<i>Trapogon eriospermus</i> Ten.; Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas, Cal, Sic, Sar (172)	<i>Trapogon pterodes</i> Pancic; Al, Bu, Gr, ex Ju, Ro, Tu eur (173)
<i>Verbascum argenteum</i> Ten.; Abr, Mol, Cam, Bas (174)	<i>Verbascum nicolai</i> Rohlena; Al, ex Ju (175)
<i>Verbascum conocarpum</i> Moris subsp. <i>conocarpum</i> ; Sar	<i>Verbascum durmitoreum</i> Rohlena; Gr, ex Ju (176)
<i>Verbascum niveum</i> Ten. subsp. <i>inarimense</i> ; Mar, Laz, Abr, Mol, Bas (177)	<i>Verbascum niveum</i> Ten. subsp. <i>visianianum</i> (Rchb.) Murb.; Al, ex Ju
<i>Verbascum siculum</i> Tod.; Sic	<i>Verbascum spinosum</i> L.; Bu, Gr, Tu eur (178)
<i>Vicia ochroleuca</i> Ten. subsp. <i>ochroleuca</i> ; Cam, Bas, Cal, Sic	<i>Vicia ochroleuca</i> Ten. subsp. <i>dinara</i> (K.Maly); Al, ex Ju
<i>Vinca difformis</i> Pourr. subsp. <i>sardoa</i> Stern; Sar	<i>Vinca major</i> L. subsp. <i>balcanica</i> (Penzès) Kozuharov & Petrova; Al, Bu, ex Ju
<i>Viola eugeniae</i> Strobl subsp. <i>eugeniae</i> ; EmR, Tos, Mar, Umb, Laz, Abr, Mol, Cam, Pug, Bas (179)	<i>Viola aetolica</i> Boiss. & Heldr.; Al, Gr, ex Ju (180)
<i>Viola tineorum</i> Erben & Raimondo; Pie, Lom, TAA, Ven, Lig, Tos, Cam, Pug, Cal, Sic, Sar (181)	<i>Viola fragrans</i> Sieber; Al, Bu, Gr, ex Ju (182)
<i>Viola valderia</i> All.; Pie, Lig (anche sul versante francese delle Alpi Marittime), Lom (183)	<i>Viola durkadynica</i> W.Becker & Kosanin; Al, Gr (184)
<i>Zelkova sicula</i> Spach; Sic	<i>Zelkova cretica</i> Spach; Gr

Note:

- Incluse le distribuzioni di *Achillea barrellieri* Ten. subsp. *mucronulata* (Bertol.) Heimel & *Achillea barrellieri* Ten. subsp. *elegans* Fiori & Bazzichelli
- Inclusa la distribuzione di *Achillea ageratiifolia* subsp. *ageratiifolia* (Sm.) Benth & Hook
- Inclusa la distribuzione di *Achillea rupestris* Huter, Porta & Rigo subsp. *rupestris*
- Inclusa la distribuzione di *Allium telmatum* (Bogdanovic) Brullo, Giusso & Salmeri
- Incluse le distribuzioni di *Allium agrigenum* Brullo & Pavone, *Allium apulum* Brullo & Minissale, *Allium calabrum* Brullo, Pavone & Salmeri, *Allium castellanense* (Garbari, Miceli & Raimondo) Brullo, Guglielmo, Pavone & Salmeri, *Allium diomedea* Brullo, Minissale, Signorello & Spampinato, *Allium francinae* Brullo & Pavone, *Allium lehmanni* Lojac, *Allium nebrodense* Tineo subsp. *nebrodense*, *Allium garganicum* Brullo, Pavone, Salmeri & Terrasi, *Allium julianum* Brullo, Gangale & Uzunov
- Incluse le distribuzioni di *Allium brulloi* Salmeri, *Allium croaticum* Bogdanovic, Brullo, Mitic & Salmeri, *Allium exaltatum* Brullo, Pavone, Salmeri & Venora, *Allium favosum* Zahar, *Allium tardans* Greuter & Zahar, *Allium guicciardii* Heldr., *Allium macedonicum* Zahar, *Allium parnassifolium* (Boiss.) Halácsy, *Allium staticiforme* Sibth & Sm., *Allium pilosum* Sibth. & Sm., *Allium cyprium* Brullo, Pavone & Salmeri, *Allium rumelicum* M. Kocyigit & Ozhatay, *Allium lefkarensis* Brullo, Pavone & Salmeri, *Allium marathasicum* Brullo, Pavone & Salmeri, *Allium stamineum* (Boiss.) Brullo, Pavone & Salmeri
- Inclusa la distribuzione di *Allium lapadusanum* Bartolo, Brullo & Pavone
- Inclusa la distribuzione di *Allium lagarophyllum* Brullo, Pavone & Tzanoudakis
- Inclusa la distribuzione di *Allium parviflorum* Viv.
- Inclusa la distribuzione di *Allium bormuelleri* Hayek, *Allium meteoricum* Heldr. & Hausskn. Ex Halácsy, *Allium rhodiaceum* Brullo, Pavone & Salmeri
- Inclusa la distribuzione di *Androsace hausmannii* Leyb.
- Incluse le distribuzioni *Anthemis cretica* L. subsp. *alpina* R. Fernan., *Anthemis cretica* L. subsp. *calabrica* (Arcang.) R.Fernandez, *Anthemis cretica* L. subsp. *messanensis* Brullo, Giardina & Raimondo, *Anthemis cretica* L. subsp. *petraea*, *Anthemis ismelia* Lojac., *Anthemis cupaniana* (Tod. Ex Nyman) R.Fernandez
- Incluse le distribuzioni di *Anthemis cretica* L. subsp. *cinerea* (Pancic) Ober. & Greuter, *Anthemis cretica* L. subsp. *panchaicana* (Halácsy) Obedr. & Greuter,

- Anthemis cretica* L. subsp. *pyrethriiformis* (Schur) Grovaerts, *Anthemis cretica* L. subsp. *spruneri* (Boiss. & Heldr.) Grovaerts, *Anthemis cretica* L. subsp. *tenuiloba* (DC.) Grierson, *Anthemis kitaibelii* Spreng., *Anthemis samariensis* Torland
- 14 Inclusa la distribuzione di *Anthemis lopadusana* Lojac.
- 15 Incluse le distribuzioni di *Anthemis macedonica* Boiss. & Orph subsp. *orbelica* (Pancic) Oberpr. & Greuter, *Anthemis macedonica* Boiss. & Orph. subsp. *stribny* (Velen.) Oberd. & Greuter, *Anthemis macedonica* Boiss. & Orph. subsp. *thracica* (Griseb.) Oberdr. & Greuter
- 16 Inclusa la distribuzione di *Anthyllis vulneraria* L. subsp. *bulgarica* (Sagorski) Cullen
- 17 Inclusa la distribuzione di *Aquilegia vestina* Prenniger & D.M.Moser
- 18 Incluse le distribuzioni di *Aquilegia dinarica* G.Beck, *Aquilegia ottonis* subsp. *amaliae* (Boiss.) Strid
- 19 Incluse le distribuzioni di *Armeria sardoa* Spreng. subsp. *gennargentea* Arrigoni, *Armeria sardoa* Spreng subsp. *Sardoa*, *Armeria seticeps* Rchb., *Armeria sulcitana* Arrigoni, *Armeria nebrodensis* (Guss.)Boiss
- 20 Incluse le distribuzioni di *Armeria majellensis* Boiss. subsp. *ausonia* Bianchini, *Armeria canescens* Ten. subsp. *gracilis* Bianchini, *Armeria marginata* (Levier) Bianchini, *Armeria denticulata* Bertol., *Armeria gussonei* Bertol.
- 21 Incluse le distribuzioni di *Armeria rumelica* Boiss., *Armeria vandasii* Hayek
- 22 Incluse le distribuzioni di *Asperula crassifolia* L., *Asperula deficiens* Viv.
- 23 Incluse le distribuzioni di *Asperula rupestris* Tineo, *Asperula pumila* Moris.
- 24 Incluse le distribuzioni di *Asperula incana* Sibth. & Sm., *Asperula taygetea* Boiss. & Heldr.
- 25 Incluse le distribuzioni di *Asperula gussonii* Boiss., *Asperula garganica* Huter, Porta & Rigo ex Ehren., & Krendl., *Asperula neglecta* Guss.
- 26 Incluse le distribuzioni di *Asperula staliana* Vis. subsp. *arenaria* Korica, *Asperula staliana* Vis. subsp. *issaena* Korica, *Asperula naufraga* Ehren & Guteram, *Asperula arcadiana* Sm., *Asperula elonea* Iatrou & Georgiadis, *Asperula oatea* Boiss. & Heldr., *Asperula saxicola* Ehren., *Asperula scutellaris* Vis., *Asperula idaea* Halácsy, *Asperula nitida* Sibth. & Sm., *Asperula suffruticosa* Boiss. & Heldr., *Asperula woloszczakii* Korica, *Asperula ophiolitica* Eherend.
- 27 Inclusa la distribuzione di *Aubrieta columnae* Guss. subsp. *italica* (Boiss.) Mattf.
- 28 Incluse le distribuzioni di *Aubrieta columnae* Guss. subsp. *croatica* (Schott, Nyman & Kotscky) Mattf., *Aubrieta columnae* Guss. subsp. *bulgarica* Ancev.
- 29 Inclusa la distribuzione di *Barbarea bosniaca* Murb.
- 30 Inclusa la distribuzione di *Biscutella laevigata* L. subsp. *hispidissima* (Posp.) Raffaelli & Balloin, *Biscutella laevigata* L. subsp. *ossolana* Raffaelli & Balloin, *Biscutella laevigata* L. subsp. *prinzeriae* Raffaelli & Balloin, *Biscutella laevigata* L. subsp. *lucida* (Balb. ex DC.), *Biscutella prealpina* Raffaelli & Balloin
- 31 Incluse le distribuzioni di *Biscutella laevigata* L. subsp. *montenegrina* (Rohlen) A. Lowe & D. Lowe, *Biscutella laevigata* L. subsp. *illyrica* Mach-Laur, *Biscutella laevigata* L. subsp. *gracilis* Mach-Laur
- 32 Incluse le distribuzioni di *Brassica rupestris* Raf. subsp. *rupestris*, *Brassica rupestris* Raf. subsp. *hispidia* Raimondo & Mazzola, *Brassica villosa* Biv. subsp. *bivoniana* (Mazzola & Raimondo) Raimondo & Mazzola, *Brassica villosa* Biv. subsp. *brevisiliqua* (Raimondo & Mazzola) Raimondo & Geraci, *Brassica villosa* Biv. subsp. *drepanensis* (Caruel) Raimondo & Mazzola, *Brassica villosa* Biv. subsp. *villosa*
- 33 Inclusa le distribuzioni di *Brassica cazzae* Ginzberg & Teyber & *Brassica mollis* Vis.
- 34 Incluse le distribuzioni di *Bupleurum karglii* Vis., *Bupleurum capillare* Boiss. & Heldr, *Bupleurum gaudianum* Sonegrup, *Bupleurum apiculatum* Sonegrup, *Bupleurum greuteri* Sonegrup
- 35 Incluse le distribuzioni di *Campanula carnica* Mert. & W.D.J.Koch subsp. *puberula* Podlech, *Campanula sabatia* De Not., *Campanula tanfanii* Podlech
- 36 Incluse le distribuzioni di *Campanula hercegovina* Degen & Fiala, *Campanula jordanovii* Ancev & Kovanda
- 37 Incluse le distribuzioni di *Campanula elatines* L., *Campanula elatinoidea* Moretti, *Campanula reatina* Lucchese
- 38 Incluse le distribuzioni di *Campanula portenschlagiana* (Schultes) Roemer & Schultes, *Campanula poscharskyana* Degen., *Campanula fenestrellata* Feer subsp. *fenestrellata*, *Campanula fenestrellata* Feer subsp. *debarensis* (Rech. F.) Dambolt, *Campanula fenestrellata* Feer subsp. *istriaca* (Dambolt), *Campanula garganica* Ten. subsp. *cephallenica* Hayek
- 39 Incluse le distribuzioni di *Campanula phrygia* Saub & Spach, *Campanula sparsa* Friv., *Campanula spatulata* Sm., *Campanula hemischnica* C.Koch, *Campanula patula* L. subsp. *epigaea* (Janka)
- 40 Inclusa la distribuzione di *Campanula scheuzeri* Vill. subsp. *pseudostenocodon* (Lacaita) Bernardo, Gargano & Peruzzi, *Campanula marcenoii* Brullo
- 41 Incluse le distribuzioni di *Cardamine adriatica* Kuceva, Lihová & Marhold, *Cardamine montenegrina* Kuceva, Liovà & Marhold, *Cardamine rupestris* (D.E.Schulz) K.Maly
- 42 Inclusa la distribuzione di *Carduus affinis* Guss. subsp. *brutius* (Porta) Kazmi

- 43 Inclusa la distribuzione di *Carduus kernerii* Simonk. subsp. *lobulariformis* (Csuros & Nyar) Soò
- 44 Inclusa la distribuzione di *Carduus nutans* L. subsp. *siculus* (Franco) Greuter
- 45 Inclusa la distribuzione di *Carlina nebrodensis* Guss. ex DC.
- 46 Inclusa la distribuzione di *Carlina frigida* Boiss. & Heldr. subsp. *frigida*
- 47 Inclusa la distribuzione di *Carum rigidulum* Hartvig subsp. *palmatum*
- 48 Incluse le distribuzioni di *Centaurea parlatoris* Heldr., *Centaurea tenorei* Guss. ex Lacaita, *Centaurea ambigua* Guss. subsp. *ambigua*, *Centaurea ambigua* Guss. subsp. *laciniata* (Guss.) Arcang., *Centaurea ambigua* Guss. subsp. *nigra* (Fiori) Pignatti, *Centaurea arrigonii* Greuter, *Centaurea ilvensis* (Sommier) Arrigoni, *Centaurea scannensis* Anzal. Soldano & F.Conti
- 49 Incluse le distribuzioni di *Centaurea affinis* Friv. subsp. *balcanica* (Urum & Wagner) Dostal, *Centaurea affinis* Friv. subsp. *candida* (Velen.) Dostal, *Centaurea affinis* Friv. subsp. *denudata* (Halácsy) Greuter, *Centaurea affinis* Friv. subsp. *laconica* Prodan, *Centaurea affinis* Friv. subsp. *pallidior* (Halácsy) Hayek, *Centaurea thasia* Hayek, *Centaurea vatevii* (Degen, Urum & Wagner) Dostal, *Centaurea samothracica* Strid & Kit Tan, *Centaurea chalcidicaea* Hayek
- 50 Incluse le distribuzioni di *Centaurea nobilis* (H.Groves) Brullo, *Centaurea ionica* Brullo, *Centaurea scillae* Brullo, *Centaurea poeltiana* Brullo
- 51 Inclusa la distribuzione di *Centaurea ptarmociodes* Halácsy, *Centaurea pseudocadmea* Wagenitz
- 52 Incluse le distribuzioni di *Centaurea rumelica* Boiss., *Centaurea ognjanoffii* Urum
- 53 Incluse le distribuzioni di *Centaurea cineraria* L. subsp. *circae* (Sommier) Cela Renzoni & Viegi, *Centaurea japigica* (Lacaita) Brullo, *Centaurea tenoreana* Willk. *Centaurea erycina* Raimondo & Bancheeva, *Centaurea saccensis* Raimondo, Bancheeva & Ilia, *Centaurea ucrae* Lacaita subsp. *ucrae*, *Centaurea ucrae* Lacaita subsp. *umbrosa* Cela Renzoni & Viegi, *Centaurea todari* Lacaita, *Centaurea busambarensis* Guss., *Centaurea leucadea* Lacaita, *Centaurea aeolica* Guss. ex Lojac. subsp. *aeolica*, *Centaurea aeolica* Guss. ex Lojac. subsp. *pandataria* (Fiori ex Beg. ex Fiori) Anzal., *Centaurea apolepa* Moretti subsp. *apolepa*, *Centaurea apolepa* Moretti subsp. *bertolonii* (Arrigoni) Greuter, *Centaurea apolepa* Moretti subsp. *levantina* (Arrigoni) Greuter
- 54 Incluse le distribuzioni di *Centaurea biokovensis* Teyber, *Centaurea derventana* Vis. & Pancic, *Centaurea edith mariae* Radic subsp. *edith mariae*, *Centaurea edith mariae* Radic subsp. *ikicae*, *Centaurea elegantissima* Radic, *Centaurea gloriosa* Radic, *Centaurea incompta* Vis., *Centaurea kusanii* Hayek, *Centaurea mayeri* Radic, *Centaurea mucurensis* Teyber, *Centaurea visianii* Radic subsp. *visianii*, *Centaurea visianii* Radic subsp. *lobata*, *Centaurea visianii* Radic subsp. *pumila*, *Centaurea radichii* Plazibat, *Centaurea niederi* Heldr., *Centaurea wettsteinii* Degen & Dorfner, *Centaurea argentea* (L.) Holub subsp. *argentea*, *Centaurea argentea* (L.) Holub subsp. *macrothysana* Rech., *Centaurea argentea* (L.) Holub subsp. *chionantha* (Turland & L. Chilton) Greuter, *Centaurea rutifolia* Sm., *Cedntaurea friderici* Vis. subsp. *friderici*, *Centaurea friderici* Vis. subsp. *jakubensis* (Ginz. & Teyber) Greuter, *Centaurea chritmifolia* Vis., *Centaurea leucomelaena* Hayek
- 55 Incluse le distribuzioni di *Centaurea japigica* Brullo, *Centaurea pentadactyli* Brullo, Scelsi & Spampinato, *Centaurea sarfattiana* Brullo, Gangale & Uzunov, *Centaurea tenoreana* Willk.
- 56 Incluse le distribuzioni di *Centaurea ipecensis* Rech.f., *Centaurea brunnea* (Halácsy) Halácsy, *Centaurea epapposa* Velen., *Centaurea caliacrae* Prodan, *Centaurea leucomalla* Bornm., *Centaurea formanekii* Halácsy, *Centaurea vandasii* Velen., *Centaurea euxina* Velen, *Centaurea heldreichii* Halácsy, *Centaurea princeps* (Boiss. & Heldr.), *Centaurea subciliaris* Boiss. & Heldr.
- 57 Inclusa la distribuzione di *Centaurea filiformis* Viv. subsp. *ferulacea* (Martelli) Arrigoni, *Centaurea subtilis* Bertol.
- 58 Incluse le distribuzioni di *Centaurea peucedanifolia* Boiss. & Orph., *Centaurea stoebe* L. subsp. *serbica* (Prodan) Ochsmann, *Centaurea reichenbachii* DC., *Centaurea glaberrima* Tausch subsp. *divergens* (Vis.) Hayek, *Centaurea glaberrima* Tausch subsp. *glaberrima* (Vis.) Hayek
- 59 Incluse le distribuzioni di *Centaurea dalmatica* Kern. subsp. *lubecinensis* Trinajstić & L. Pauletic, *Centaurea kartschiana* Scop. subsp. *curictana* Lovric, *Centaurea kartschiana* Scop. subsp. *rabensis* (Horvatic) Lovric, *Centaurea kartschiana* Scop. subsp. *trogodytes* (Lovric) Lovric, *Centaurea spinoso-ciliata* Seenus subsp. *spinoso-ciliata*, *Centaurea derventana* Vis. & Pancic, *Centaurea chalcidicaea* Hayek, *Centaurea grisebackii* (Nyman) Form.
- 60 Inclusa la distribuzione di *Centaurea iberica* Spreng. subsp. *holzmanniana* (Boiss.) Dostal
- 61 Inclusa la distribuzione di *Centaurea nigrescens* Willd. subsp. *pinnatifida* (Fiori) Dostal
- 62 Inclusa la distribuzione di *Centaurea neiceffii* Degen & Wagner
- 63 Inclusa la distribuzione di *Cerastium palustre* Moris.
- 64 Incluse le distribuzioni di *Cerastium rectum* Friv. subsp. *petricola* (Pancic) H. Gartner, *Cerastium rectum* Friv. subsp. *rectum*

- 65 Include le distribuzioni di *Cerastium lacaitae* Berberls, Bechi & Miceli, *Cerastium scaranii* Ten., *Cerastium utriense* Barberis
- 66 Include le distribuzioni di *Cerastium pindigenum* Lonsing, *Cerastium smolikianum* Hartvig
- 67 Include le distribuzioni di *Cerastium decalvans* Schlosser & Vuk. subsp. *adamovicii* (Velen.) Stoj. & Stefanov, *Cerastium decalvans* Schlosser & Vuk. subsp. *dollineri* (G. Beck) Greuter & Burdet, *Cerastium decalvans* Schlosser & Vuk. subsp. *durmitoreum* (Rohlena) Gajic, *Cerastium decalvans* Schlosser & Vuk. subsp. *histrio* (Corr.) Greuter & Burdet, *Cerastium decalvans* Schlosser & Vuk. subsp. *macedonicum* (Georgiev) Stoj. & Stefanov, *Cerastium decalvans* Schlosser & Vuk. subsp. *orbelicum* (Velen.) Stoj., Stefanov, *Cerastium grandiflorum* Wald. & Kit.
- 68 Inclusa la distribuzione di *Cirsium alpis lunae* Brilli Catt. & Gubellini
- 69 Include le distribuzioni di *Cirsium lacaitae* Petr., *Cirsium tenoreanum* Petr., *Cirsium lobelii* Ten.
- 70 Include le distribuzioni di *Cirsium morinifolium* Boiss. & Heldr., *Cirsium heldreickii* Halácsy subsp. *heldreickii*, *Cirsium heldreickii* Halácsy subsp. *euboicum* Petr.
- 71 Include le distribuzioni di *Clinopodium alpinum* (L.) Kuntze subsp. *orontium* K. Maly & Govaerts, *Clinopodium alpinum* (L.) Kuntze subsp. *albanicum* (Kummerle & Jav.) Govaerts
- 72 Include le distribuzioni di *Colchicum corsicum* Baker, *Colchicum gonarei* Camarda
- 73 Include le distribuzioni di *Colchicum parnassicum* Sart., Orph., & Heldr., *Colchicum confusum* K. Persson, *Colchicum haynaldii* Heuffel
- 74 Inclusa la distribuzione di *Corydalis solida* (L.) Clairv. subsp. *oligacantha* (Trinajstić) Greuter & Burdet
- 75 Include le distribuzioni di *Crocus ilvensis* Peruzzi, *Crocus siculus* Tineo, *Crocus suaveolens* Bertol.
- 76 Include le distribuzioni di *Crocus sieberii* Gas., *Crocus velukensis* Janka, *Crocus dalmaticus* Vis.
- 77 Inclusa la distribuzione di *Cynoglossum albanicum* Degen & Baldacci
- 78 Inclusa la distribuzione di *Dianthus puberulus* (Simonk.) A. Kerner
- 79 Include le distribuzioni di *Dianthus arrostii* C. Presl., *Dianthus cyatophorus* Moris, *Dianthus siculus* C. Presl., *Dianthus graminifolius* C. Presl., *Dianthus busambræ* Soldano & F. Conti, *Dianthus japigicus* Bianco & Brullo, *Dianthus ichnusæ* Bacch., Brullo, Casti, & Giuss., *Dianthus longicaulis* Ten., *Dianthus morisianus* Vals., *Dianthus virgatus* Pasquale, *Dianthus gennargenteus* Bacch., Brullo, Casti & Giuss., *Dianthus insularis* Bacch., Brullo, Casti & Giuss., *Dianthus oliastree* Bacch., Brullo, Casti & Giuss., *Dianthus gasparrinii* Bacch., Brullo, Casti & Giuss.
- 80 Include le distribuzioni di *Dianthus sylvestris* Wulfen subsp. *bertiscei* Rech.f., *Dianthus xilorrhizus* Boiss. & Heldr.
- 81 Inclusa la distribuzione di *Dianthus vlturius* Ten. subsp. *aspromontanus* Brullo, Scelsi & Spampinato
- 82 Inclusa la distribuzione di *Dianthus fruticosus* L. subsp. *creticus* (Tausch) Runemark, *Dianthus fruticosus* L. subsp. *fruticosus*, *Dianthus fruticosus* L. subsp. *carpathus* Runemark, *Dianthus fruticosus* L. subsp. *karavius* Runemark, *Dianthus fruticosus* L. subsp. *occidentalis* Runemark, *Dianthus fruticosus* L. subsp. *rhodius* Runemark, *Dianthus fruticosus* L. subsp. *sitiacus* Runemark, *Dianthus pinifolius* Sm. subsp. *rumelicus* Velen., *Dianthus pinifolius* Sm. subsp. *pinifolius*, *Dianthus pinifolius* Sm. subsp. *lilacinus* (Boiss. & Heldr.) Wettst., *Dianthus pinifolius* Sm. subsp. *serbicus* Wettst., *Dianthus fromanekii* Form.
- 83 Inclusa la distribuzione di *Echinops ritro* L. subsp. *sartorianus* (Boiss. & Heldr.) Kozumarov
- 84 Inclusa la distribuzione di *Edraianthus graminifolius* (L.) DC. subsp. *apenninus* Lakusic
- 85 Include le distribuzioni di *Edraianthus niveus* Beck, *Edraianthus dalmaticus* (A. DC.) A. DC., *Edraianthus dinaricus* Wettst., *Edraianthus hercegovinicus* K. Maly, *Edraianthus montenegrinus* Horák, *Edraianthus parnassicus* (Boiss. & Spruner) Halácsy, *Edraianthus pumilo* (Schult) A. DC., *Edraianthus serbicus* Prtovic, *Edraianthus wettsteinii* Halácsy & Bald.
- 86 Include le distribuzioni di *Epipactis savelliana* Bongiorno, De Vivo & Fiori, *Epipactis meridionalis* H. Baumann & R. Lorenz, *Epipactis schubertiorum* (Bartolo, Pulv. & Hrobatsch) H. Baumann & R. Lorenz, *Epipactis loessa* Bongiorno, De Vivo, Fiori & Romolini, *Epipactis helleborine* subsp. *aspromontana* (Bartolo, Pulv. & Hrobatsch) H. Baumann & R. Lorenz
- 87 Inclusa la distribuzione di *Euphorbia amygdaloides* L. subsp. *semiperfoliata* (Viv.) A. R. Sm.
- 88 Inclusa la distribuzione di *Euphorbia gasparrinii* Boiss. subsp. *samnitica* (Fiori) Pignatti
- 89 Inclusa la distribuzione di *Euphorbia nicaensis* All. subsp. *prostrata* (Fiori) Arrigoni
- 90 Inclusa la distribuzione di *Euphorbia nicaensis* All. subsp. *dobrogensis* (Prodan) Kuzmanov & N. Jorda
- 91 Include le distribuzioni di *Festuca gamisansii* Kerguelen subsp. *aethaliae* Signorini & Foggi, *Festuca imperatrix* Catonica, *Festuca robustifolia* Markgr.-Dann.
- 92 Include le distribuzioni di *Festuca koritnicensis* Vetter & Hayek, *Festuca macedonica* Vetter, *Festuca hercegovina* Markgr. Dann., *Festuca thracica* (Acht.) Markgr.-Dann.
- 93 Inclusa la distribuzione di *Festuca humifusa* Brullo & Guarino

- 94 Include le distribuzioni di *Festuca jeanpertii* (St. Yves) Markgr.-Dann. subsp. *achaica* Markgr.-Dann., *Festuca olympica* Vetter, *Festuca horvatiana* Markgr.-Dann.
- 95 Inclusa la distribuzione di *Festuca violacea* Schleig ex Gaudin subsp. *puccinellii* Foggi, Gratt. Rossi & Signorini
- 96 Include le distribuzioni di *Galium baldense* Spreng., *Galium margaritaceum* A.Kern., *Galium tendae* Rchb.
- 97 Inclusa la distribuzione di *Galium stojanovii* Degen
- 98 Include le distribuzioni di *Galium incanum* Sibth. & Sm subsp. *incanum*, *Galium incanum* Sibth. & Sm. subsp. *creticum* Ehrend.
- 99 Inclusa la distribuzione di *Genista michelii* Spach, *Genista cupanii* Guss.
- 100 Include le distribuzioni di *Genista desoleana* Vals., *Genista sulcitana* Vals., *Genista arbusensis* Vals., *Genista toluensis* Vals., *Genista pichisermoliana* Vals., *Genista spartioides* Spach, *Genista demarcoi* Brullo, Scelsi & Siracusa, *Genista sardoa* Vals.
- 101 Include le distribuzioni di *Genista ephedroides* DC., *Genista cilentina* Vals., *Genista gasparrinii* (Guss.) C.Presl
- 102 Inclusa la distribuzione di *Goniolimon heldreickii* Halácsy, *Goniolimon sartorii* Boiss.
- 103 Inclusa la distribuzione di *Gypsophila fastigiata* L.
- 104 Include le distribuzioni di *Helichrysum taenarii* Rothm., *Helichrysum sibthorpii* Rouy, *Helichrysum amorginum* Boiss. & Orph.
- 105 Include le distribuzioni di *Helichrysum nebrodense* Heldr., *Helichrysum errare* Tineo, C.Presl, *Helichrysum morisianum* Bacc., Brullo & Mossa, *Helichrysum panormitanum* Tineo ex Guss., *Helichrysum saxatile*, Moris, *Helichrysum hyblaeum* Brullo, Hel, *Helichrysum italicum* (Roth.) G. Don subsp. *pseudolitoreum* (Fiori) Bacch. & Brullo
- 106 Inclusa la distribuzione di *Helichrysum zivojinii* Cernjaskij & Soska
- 107 Inclusa la distribuzione di *Hypochaeris sardoa* Bacch., Brullo & Terrasi
- 108 Inclusa la distribuzione di *Iris cengialti* Ambrosi ex A. kern. subsp. *veneta* (Pamp.) Trinajstić
- 109 Inclusa la distribuzione di *Iris orjeni* Bruckler & Ciková
- 110 Inclusa la distribuzione di *Iris bicapitata* Colas.
- 111 Include le distribuzioni di *Jacobaea persoonii* (De Not) Pelser, *Jacobaea maritima* (L.) Pelser & Meijden subsp. *maritima*, *Jacobaea candida* C. Presl.
- 112 Include le distribuzioni di *Knautia dinarica* (Murb.) Borbas subsp. *silana* (Grande) Ehren., *Knautia lucana* Lacaita & Szabo, *Knautia persicina* A. Kern., *Knautia velutina* Briq.
- 113 Include le distribuzioni di *Knautia albanica* Szabò, *Knautia midzorensis* Form. Briq., *Knautia dinarica* (Murb.) subsp. *dinarica* (Murb.) Bòrbas, *Knautia magnifica* Boiss. & Orph., *Knautia velebitica* Szabò
- 114 Inclusa la distribuzione di *Lamium garganicum* L. subsp. *corsicum* (Gren. & Godr.) Arcan.
- 115 Inclusa la distribuzione di *Laserpitium siler* L. subsp. *laeve* (Halácsy) Hartvig
- 116 Inclusa la distribuzione di *Leontodon siculus* (Guss.) Nyman
- 117 Inclusa la distribuzione di *Melampyrum bihariense* A. kern., *Melampyrum hoermannianum* K.Maly, *Melampyrum doefleri* Rouy, *Melampyrum heracleoticum* Boiss. & Orph., *Melampyrum scardicum* Vetter
- 118 Include le distribuzioni di *Micromeria dalmatica* Benth., *Micromeria albanica* (K.Maly) Silic
- 119 Inclusa la distribuzione di *Micromeria pseudocroatica* Silic
- 120 Include le distribuzioni di *Minuartia bosniaca* (G.Beck) K. Maly, *Minuartia baldaccii* (Halácsy) Mattf., *Minuartia jordanovii* Panov, *Minuartia rhodopaea* (Degen) Kuzuharoi & Kuzmanov
- 121 Include le distribuzioni di *Minuartia graminifolia* (Ard.) Jav. subsp. *rosanii* (Ten.) Mattf., *Minuartia moraldoi* F. Conti
- 122 Include le distribuzioni di *Minuartia pseudosaxifraga* (Mattf.) Greuter & Burdet, *Minuartia stellata* (E.D.Clarke) Maire & Petitmengin
- 123 Include le distribuzioni di *Moheringia concarenae* F.Fenaroli & F.Martini, *Moheringia markgrafii* Mexm. & Gutermann, *Moheringia dielsiana* Mattf., *Moheringia papulosa* Bertol.
- 124 Include le distribuzioni di *Moheringia geisebachii* Janka, *Moheringia pendula* (Waldst. & Kit.) Fenzl
- 125 Include le distribuzioni di *Onosma mattirolii* Bald., *Onosma pygmaea* Riedl
- 126 Include le distribuzioni di *Onosma halacsy* Hayek., *Onosma paradoxa* Janka, *Onosma viridis* (Bòrbas) Viv., *Onosma erecta* Sm., *Onosma spruneri* Boiss.
- 127 Inclusa la distribuzione di *Onosma pseudarenaria* Schur subsp. *fallax* (Borbas) Rauschert
- 128 Include le distribuzioni di *Ophrys parvimaculata* (O.Danesch & E.Danesch) H.F.Paulus & Gack, *Ophrys chestermannii* (J.Wood) Golz & Reinhard.
- 129 Include le distribuzioni di *Ophrys argolica* H.Fleischmann subsp. *biscutella* O.Danesch & E.Danesch, *Ophrys argolica* H.Fleischmann subsp. *pollinensis* (O.Danesch & E.Danesch) Kreutz, *Ophrys argolica* H.Fleischmann subsp. *crabronifera* (Sebast. & Mauri) Fauth, *Ophrys argolica* H.Fleischmann subsp. *panattensis*, Scrugli, Cogoni & Pessei, *Ophrys promontorii* O.Danesch & E.Danesch; *Ophrys tarentina* Golz & H.R.Reinhard
- 130 Include le distribuzioni di *Ophrys delphinensis* O.Danesch & E.Danesch, *Ophrys aegaea* Kalteisen & H.R.Reinhard *Ophrys elegans* H.Baumann & Kunkel, *Ophrys icariensis* Hirth & Spaeth

- 131 Includere le distribuzioni di *Ophrys bertoloni* Moretti subsp. *benacensis* (Reisigl) P.Delforge, *Ophrys bertoloni* Moretti subsp. *bertoloniiformis* (O.Danesh & E.Danesh) H.Sund, *Ophrys bertoloni* Moretti subsp. *drumana* (P.Delforge) Kreutz
- 132 Includere le distribuzioni di *Ophrys fusca* Link subsp. *lucifera*, *Ophrys fusca* Link subsp. *obaesa* (Lojac.) E.G.Camus, *Ophrys fusca* Link subsp. *ortuabis* (M.P.Grasso & Manca) Kreutz, *Ophrys fusca* Link subsp. *sabulosa* (Paulus & Gack ex P.Delforge) Kreutz, *Ophrys gackiae* P.Delforge, *Ophrys fusca* Link subsp. *pallida* Raf. & E.G.Camus, *Ophrys hespera* J.Devil.-Tersch. & P.Devillers
- 133 Includere le distribuzioni di *Ophrys fusca* Link subsp. *cressa* H.F.Paulus, *Ophrys cretica* H.F.Paulus, *Ophrys calocaerina* Devillers-Tersch. & Devillers, *Ophrys perpusilla* J.Devillers-Tersch. & P.Delforge, *Ophrys leucadica* Renz, *Ophrys creberrima* H.P.Paulus, *Ophrys parvula* H.F.Paulus
- 134 Includere le distribuzioni di *Ophrys holosericea* subsp. (Brum.f.) Greuter subsp. *chestermanii* J.J.Wood, *Ophrys holosericea* (Burm. f.) subsp. *laxiflora* Zelesny H. & Kreutz, *Ophrys holosericea* (Burm. f.) Greuter subsp. *parvimaculata* (O.Danesh & E.Danesh) O.Danesh & E.Danesh, *Ophrys holosericea* (Brum.f.) Greuter subsp. *paolina* V.Liverani & R.Romolini, *Ophrys holosericea* (Burm.f.) Greuter subsp. *posidonia* (P.Delforge) Kreutz, *Ophrys celiensis* (O.Danesh & E.Danesh) P.Delforge, *Ophrys oxyrrhynchos* Todaro subsp. *oxyrrhynchos*, *Ophrys oxyrrhynchos* Todaro subsp. *biancae* Galesi, Cristaudo & Maugeri, *Ophrys oxyrrhynchos* Todaro subsp. *calliantha* (Bartolo & Pulv.) Galesi, Cristaudo & Maugeri
- 135 Includere le distribuzioni di *Ophrys homeri* Hirth & Spaeth, *Ophrys helios* Kreutz, *Ophrys aeoli* P. Delforge, *Ophrys andria* P.Delforge, *Ophrys thesei* P.Delforge, *Ophrys lacaena* P.Delforge
- 136 Includere le distribuzioni di *Ophrys calypsus* Hirth & Spaeth, *Ophrys episcopalis* Poiret
- 137 Includere la distribuzione di *Ophrys iricolor* Desf. subsp. *maxima* (Terrac.) Paulus & Gack.
- 138 Includere la distribuzione di *Ophrys mesaritica* H.F.Paulus Ch.Albertis & A.Albertis
- 139 Includere le distribuzioni di *Ophrys omegaifera* H.Fleischmann subsp. *dyris* (Maire) Del Prete, *Ophrys fleischmannii* Hayek, *Ophrys basilissa* A.Albertis & H.R.Reinhard
- 140 Includere le distribuzioni di *Ophrys ausonia* Devillers, Devillers-Tersch. & P.Delforge, *Ophrys cilentana* Devillers-Tersch. & Devillers, *Ophrys sipontensis* R.Lorenz & Gemhardt, *Ophrys brutia* P.Delforge, *Ophrys mateolana* Medagli, D'Emérico, Bianco & Ruggiero, *Ophrys montis leonis* O.Danesh & E.Danesh, *Ophrys argentaria* Devillers-Tersch. & Devillers, *Ophrys tarquinia* P.Delforge, *Ophrys panormitana* (Todaro) Soò, *Ophrys murgiana* Cillo, Medagli & Margherita, *Ophrys sphegodes* Mill subsp. *praecox* (Tod.) Kreutz
- 141 Includere le distribuzioni di *Ophrys sphegodes* Mill subsp. *gortynia* H.Baumann & Kunkele, *Ophrys sphegodes* subsp. *helenae* (Renz) Soò & D.M.Moore, *Ophrys liburnica* P. Devillers & J.Devillers-Tersch., *Ophrys incantata* P. Devillers & J. Devillers-Tersch., *Ophrys illyrica* S.Hetel & K.Hertel, *Ophrys aesculapi* Renz, *Ophrys cretensis* (H.Baumann & Kunkele) H.F. Paulus, *Ophrys macedonica* (H.Fleischmann & Soò) Devillers-Tersch. & J.Devillers, *Ophrys epirotica* (Renz) J.Devillers-Tersch. & P.Devillers, *Ophrys negadensis* G.Thiele & W.Thiele, *Ophrys montenegrina* (H. Baumann & Kunkele) J.Devillers-Tersch. & P.Devillers
- 142 Includere le distribuzioni di *Ophrys subfusca* Rchb. & Hausskn. subsp. *laurensis* (Genier & Meliki) Kreutz, *Ophrys subfusca* Rchb. & Hausskn. subsp. *flammeola* (P.Delforge) Kreutz, *Ophrys subfusca* Rchb. & Hausskn. subsp. *liveranii* Orrù & P.Grasso, *Ophrys lepida* J.Moingeon & J.M.Moingeon
- 143 Includere le distribuzioni di *Ornithogalum umbratile* Tornd. & Garbari, *Ornithogalum orthophyllum* Ten. subsp. *orthophyllum*, *Ornithogalum corsicum* Jord. & Fourr.
- 144 Includere le distribuzioni di *Ornithogalum psammophilum* Zahar, *Ornithogalum exaratum* Zahar
- 145 Includere la distribuzione di *Pinus nigra* Arnold subsp. *illyrica* (Fuk.) Vidakovic
- 146 Includere le distribuzioni di *Ranunculus pollinensis* (N.Terrac.) Chiov., *Ranunculus polianthemus* (Boreau) subsp. *thomasi* Cter.
- 147 Includere la distribuzione di *Ranunculus pseudomontanus* Schur.
- 148 Includere la distribuzione di *Ranunculus cacuminis* Strid & Papanicolaou
- 149 Includere la distribuzione di *Rhaponticoides calabrica* Puntillo & Peruzzi
- 150 Includere la distribuzione di *Saxifraga vandellii* Sternb.
- 151 Includere la distribuzione di *Saxifraga ferdinandi coburgi* Kellerer & Sund
- 152 Includere la distribuzione di *Scabiosa uniseta* Savi
- 153 Includere le distribuzioni di *Scabiosa achaeta* Vis. & Pancic, *Scabiosa balcanica* Velen, *Scabiosa fumarioides* Vis & Pancic, *Scabiosa trinifolia* Friv.
- 154 Includere la distribuzione di *Scabiosa parviflora* Desf.
- 155 Includere la distribuzione di *Scorzonera villosa* Scop. subsp. *columnae* (Guss.) Nyman
- 156 Includere la distribuzione di *Senecio macedonicus* Griseb.
- 157 Includere la distribuzione di *Sesleria tenerrima* (Fritsch) Hayek
- 158 Includere le distribuzioni di *Sesleria insularis* Sommier subsp. *morisiana* Arrigoni, *Sesleria insularis* subsp.

- italica* (Pamp.) Ujmelyi, *Sesleria nitida* Ten. subsp. *nitida*, *Sesleria nitida* Ten. subsp. *brutia* Brullo & Giusso, *Sesleria nitida* Ten subsp. *sicula* Brullo & Giusso
- 159 Includere le distribuzioni di *Sesleria robusta* Schott, Nyman & Kotschy subsp. *robusta*, *Sesleria robusta* Schott, Nyman & Kotschy aubsp. *skanderbeggi* (Ujhelyi) Deyl, *Sesleria wettsteinii* Dorfler & Hayek, *Sesleria doerfleri* Hayek, *Sesleria vaginalis* Boiss. & Orph.
- 160 Includere le distribuzioni di *Silene oenotriae* Brullo, *Silene velutina* Loisel.
- 161 Includere la distribuzione di *Silene golinyi* Turrill
- 162 Includere la distribuzione di *Silene ventricosa* Adamovic
- 163 Includere le distribuzioni di *Silene vulgaris* (Moench) Garcke subsp. *bosniaca* (G. Beck) Janchen, *Silene vulgaris* (Moench) Garcke subsp. *megalosperma* Hayek
- 164 Includere le distribuzioni di *Solenanthus pindicus* Aldè, *Solenanthus scardicus* Born.
- 165 Includere la distribuzione di *Stachys germanica* L. subsp. *velezensis* (Sagorski) Hayek
- 166 Includere la distribuzione di *Stachys recta* L. subsp. *serpentinii* (Fiori) Arrigoni
- 167 Includere le distribuzioni di *Stachys recta* L. subsp. *baldaccii* (K.Maly) Hayek, *Stachys recta* L. subsp. *hayelii* (K.Maly) Belcic, *Stachys recta* L. subsp. *leucoglossa* (Griseb.) Stoj. & Stefanov, *Stachys albanica* Markgraf, *Stachys parolini* Vis.
- 168 Includere le distribuzioni di *Stipa austroitalica* Martinovski subsp. *appendiculata* (Celak) Moraldo, *Stipa austroitalica* Martinovsky subsp. *theresiaae* Martinovsky & Moraldo, *Stipa austroitalica* Martinovsky subsp. *frentana* Moraldo & Ricceri
- 169 Includere le distribuzioni di *Stipa veneta* Moraldo, *Stipa oligotricha* Moraldo subsp. *oligotricha*, *Stipa oligotricha* Moraldo subsp. *klemii* (Martinovskii) Moraldo, *Stipa epilosa* Martinovski subsp. *montana* Moraldo
- 170 Includere le distribuzioni di *Thlaspi albanicum* (P.K.Meyer) Greuter & Burdet, *Thlaspi apterum* (Velen.) F.K.Meyer, *Thlaspi cypraeum* (F.K.Meyer) Greuter & Burdet, *Thlaspi cuneifolium* Pant., *Thlaspi graecum* Jordani, *Thlaspi pindicum* Hausskn
- 171 Includere le distribuzioni di *Thymus comptus* Friv., *Thymus plasonii* Adamovic, *Thymus samius* Ronninger & Rech.f.
- 172 Includere la distribuzione di *Trapogon porrifolius* L. subsp. *cupanii* (Guss. ex DC.) I.Richardson
- 173 Includere la distribuzione di *Trapogon balcanicus* Velen.
- 174 Includere la distribuzione di *Verbascum magellense* Ten
- 175 Includere la distribuzione di *Verbascum scardicola* Born.
- 176 Includere le distribuzioni di *Verbascum chrysacanthum* Murb., *Verbascum delphicum* Boiss. & Heldr.
- 177 Includere la distribuzione di *Verbascum niveum* Ten. subsp. *garganicum* Murb.
- 178 Includere le distribuzioni di *Verbascum adrianopolitanum* Podp., *Verbascum ovalifolium* Donn. Ex Sm.
- 179 Includere le distribuzioni di *Viola eugeniae* Parl. subsp. *levieri* (Parl.) Arcang., *Viola pseudogracilis* Strobl subsp. *pseudogracilis*, *Viola pseudogracilis* Strobl subsp. *cassinensis* (Strobl) Merxm. & A.F.W.Schmidt
- 180 Includere le distribuzioni di *Viola macedonica* Boiss. & Heldr., *Viola stojanovii* W.Becker, *Viola eximia* Form., *Viola gracilis* Merxmuller & Schmidt, *Viola doerfleri* Degen, *Viola slavikii* Form., *Viola babunensis* Erben, *Viola euboaea* (Halácsy) Halácsy, *Viola latisejala* Wettst.
- 181 Includere le distribuzioni di *Viola corsica* Nyman subsp. *ilvensis* (W.Becker) Mexm., *Viola corsica* Nyman subsp. *limbarae* Merzm. & W.Lippert, *Viola aethnensis* (DC.) Strobl subsp. *aethnensis*, *Viola aethnensis* (DC.) Strobl subsp. *messanensis* (W.Becker) Nyman & Lippert, *Viola aethnensis* (DC.) Strobl subsp. *splendida* (W.Becker) Merxm. & Lippert, *Viola dubyana* Burnat ex Gremli, *Viola culminis* F.Fenaroli & Moraldo, *Viola etrusca* Erben, *Viola uciana* Erben & Raimondo, *Viola nebrodensis* C.Presl
- 182 Includere le distribuzioni di *Viola alichariensis* G.Beck, *Viola herzogli* (W.Becker), *Viola gustavariensis* W.Beck & Bornm., *Viola arsenica* W.Beck, *Viola athois* W.Beck, *Viola rausii* Erben, *Viola beekiana* Fiala, *Viola lyonis* Erben, *Viola orphanidis* Boiss., *Viola perinensis* W.Becker, *Viola poetica* Boiss. & Spruner, *Viola phytosiana* Erben, *Viola pseudograeca* Erben, *Viola serresiana* Erben, *Viola rauliniana* Erben, *Viola raunsiensis* Kosanin
- 183 Includere la distribuzione di *Viola comollia* Massara
- 184 Includere la distribuzione di *Viola striis-notata* J.Wagner, Merxmuller & Lippert

Original scientific article
Received: 2011-04-14

UDC 595.74(497.452Brdo pri Kranju)

NOTES ON MEGALOPTERA AND NEUROPTERA (INSECTA: NEUROPTERIDA) OF THE BRDO PRI KRANJU ESTATE (SLOVENIA)

Dušan DEVETAK

Department of Biology, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Maribor, SI-2000 Maribor, Koroška cesta 160, Slovenia
E-mail: dusan.devetak@guest.arnes.si

ABSTRACT

In the former Yugoslavia-period, the Brdo estate was inaccessible to investigators. Research became possible in 1991, when Slovenia gained its independence. In this paper, the first survey of the lacewing fauna (Neuropterida: Megaloptera and Neuroptera) of the estate is given. Among 31 species listed, two Sisyra- and three Chrysoperla-species are the most important records. The three green-lacewing species were reported for the first time for the Gorenjska region and the two Sisyrid species are important because they are included in the Red List of Endangered Neuroptera in Slovenia.

Key words: Megaloptera, Neuroptera, Brdo pri Kranju estate

NOTE SU MEGALOPTERA E NEUROPTERA (INSECTA: NEUROPTERIDA) DELLA TENUTA DI BRDO VICINO A KRANJ (SLOVENIA)

SINTESI

Nel periodo dell'ex-Yugoslavia, la tenuta di Brdo è rimasta inaccessibile ai ricercatori. Le prime esplorazioni al suo interno sono state approvate nel 1991, quando la Slovenia si è proclamata stato indipendente. L'articolo riporta i risultati dei campionamenti casuali di insetti olometaboli (Neuropterida: Megaloptera and Neuroptera) effettuati nel 2007. Fra le 31 specie segnalate, due del genere Sisyra e tre del genere Chrysoperla risultano fra i ritrovamenti più importanti. Le tre specie di Chrysoperla sono riportate per la prima volta nella regione dell'Alta Carniola (Gorenjska), mentre le due specie di Sisyra sono importanti poiché compaiono nella Lista rossa delle specie a rischio di estinzione di Neuroptera in Slovenia.

Parole chiave: Megaloptera, Neuroptera, tenuta di Brdo vicino a Kranj

INTRODUCTION

Brdo pri Kranju is a protocalar estate of the Republic of Slovenia positioned in the NW part of the country, at the foothills of the Kamnik–Savinja Alps (Fig. 1). In the former Yugoslavia, Brdo was President Tito's residence for a long period and therefore impossible to investigate faunistically. This first became possible in 1991, when Slovenia declared its independence.

The Brdo estate (Fig. 2) is a relatively small landscape of about 490 hectares consisting of a park and patches of primordial nature; the natural and anthropogenous habitats thus interlace with each other. The Brdo Castle and the Congress Centre are positioned at the

edge of the Brdo Park. Whilst the park with two ponds represents a smaller part, the majority of the Brdo estate is characterized by various forest types, including coniferous, mixed and deciduous forests. Coniferous trees dominate. A stream running through the woodland creates a chain of seven ponds.

Knowledge on Neuropterida in Slovenian natural protected areas is poor. Only the Kozjansko Regional Park has been investigated so far (Klokočovnik *et al.*, 2010). A decade ago, Iztok Geister started the research project »Survey of the fauna and flora of the Brdo pri Kranju estate« and the survey of Neuropterida was a part of the project. My aim is to present the results of occasional samplings of Neuropterida in the area in 2007.

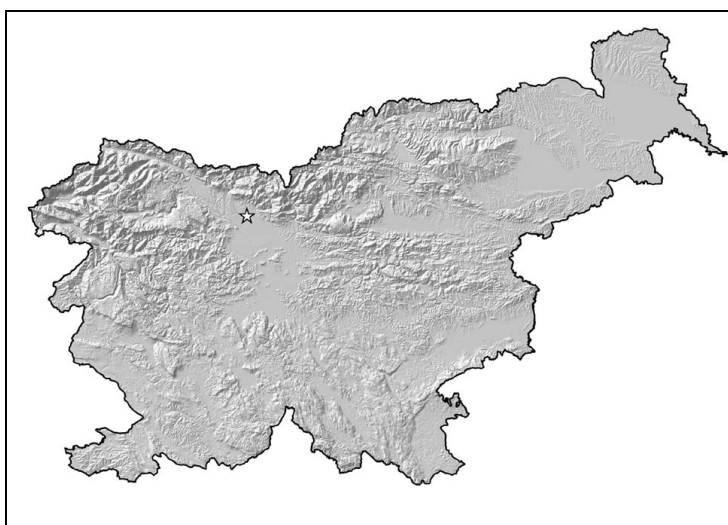


Fig. 1: Position of the Brdo pri Kranju estate in Slovenia (marked with asterisk).

Sl. 1: Položaj posestva Brdo pri Kranju v Sloveniji (označen z zvezdico).

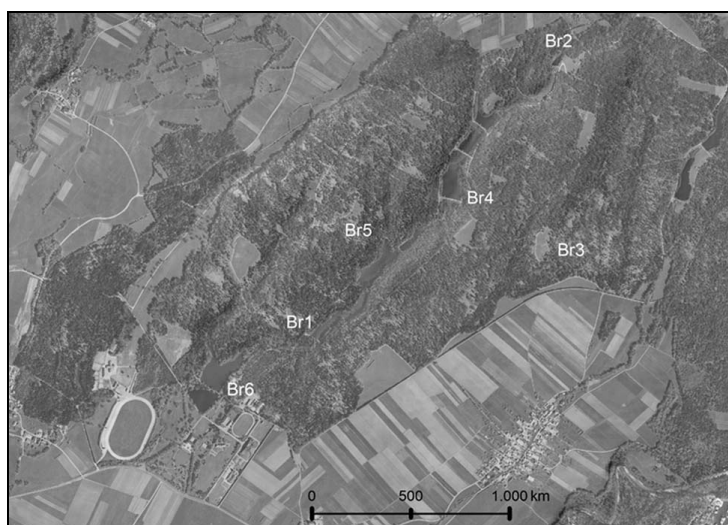


Fig. 2: The Brdo pri Kranju estate. For the abbreviations of the sampling localities see Material and methods.

Sl. 2: Posestvo Brdo pri Kranju. Za okrajšave lokalitet glej Material in metode.



Figs. 3–8: Habitat types of the Brdo pri Kranju estate. Fig. 3: Locality Br1: a pond. Figs 4–6: Locality Br2: a pond (Figs. 4, 6) and a forest edge (Fig. 5). Fig. 7: Locality Br3: a meadow. Fig. 8: Locality Br4: a forest edge.
Sl. 3–8: Habitatni tipi posestva Brdo pri Kranju. Sl. 3: Lokaliteta Br1: ribnik. Sl. 4–6: Lokaliteta Br2: ribnik (Sl. 4, 6) in gozdni rob (Sl. 5). Sl. 7: Lokaliteta Br3: travnik. Sl. 8: Lokaliteta Br4: gozdni rob.

MATERIAL AND METHODS

On 17 May, 31 May, 19 July and 13 September 2007, adult Neuropterida were collected using a sweep net, while antlion larvae were excavated from their pits using a spoon, on the following sampling localities (Fig. 2):

- Locality Br1: habitat: a pond (Fig. 3) and a forest edge; altitude 455 m; 46° 16.686' N, 14° 23.098' E; dominant tree species: *Alnus* sp., *Picea abies*, *Salix* sp., *Acer pseudoplatanus*.
- Locality Br2: Belska Gmajna; habitat: a pond (Figs. 4, 6) and a forest edge (Fig. 5); altitudes 475–480 m; 46° 17.407' N, 14° 24.131' E; dominant tree species: *Pinus sylvestris*, *P. abies*, *Quercus robur*, *Alnus* sp.
- Locality Br3: habitat: a forest edge and a meadow (Fig. 7); altitude 460 m; 46° 16.955' N, 14° 23.980' E; dominant tree species: *P. sylvestris*, *P. abies*, *Q. robur*.
- Locality Br4: habitat: a pond and a forest edge (Fig. 8); altitude 470 m; 46° 17.182' N, 14° 23.641' E; dominant tree species: *Alnus* sp., *P. abies*, *Abies alba*, *Salix* sp., *A. pseudoplatanus*.
- Locality Br5: Belska Gmajna; habitat: a meadow and a forest edge; altitude 455 m; 46° 17.007' N, 14° 23.251' E; dominant tree species: *P. sylvestris*, *P. abies*, *Q. robur*.
- Locality Br6: habitat: a park and a pond; altitude 425 m; 46° 16.513' N, 14° 22.732' E; dominant tree species: *Alnus* sp., *P. abies*, *A. pseudoplatanus*, *Tilia cordata*.

Specimens are preserved in ethanol and deposited in the author's collection. Nomenclature and taxonomy is used in accordance with Aspöck *et al.* (1980) and Aspöck *et al.* (2001).

RESULTS AND DISCUSSION

The collected species of Megaloptera and Neuroptera are presented in List 1. In total, 31 species were recorded in the area.

List 1: Megaloptera and Neuroptera of the Brdo pri Kranju estate.

Seznam 1: Megaloptera in Neuroptera posestva Brdo pri Kranju.

NEUROPTERIDA

Megaloptera

SIALIDAE

Sialis lutaria (Linnaeus, 1758)

Br1, 17. V. 2007; Br2, 17. V. 2007.

Neuroptera

CONIOPTERYGIDAE

Aleuropteryx loewii Klapálek, 1894

Br3, 17. V. 2007.

Helicoconis lutea (Wallengren, 1871)

Br1, 17. V. 2007; Br4, 19. VII. 2007.

Coniopteryx (C.) pygmaea Enderlein, 1906

Br3, 17. V. 2007; Br4, 19. VII. 2007.

Conwentzia pineticola Enderlein, 1905

Br2, 17. V. 2007.

Semidalis aleyrodiformis (Stephens, 1836)

Br1, 17. V. 2007, 31. V. 2007; Br2, 17. V. 2007; Br3, 17. V. 2007.

OSMYLIDAE

Osmylus fulvicephalus (Scopoli, 1763)

Br1, 17. V. 2007, 31. V. 2007.

SISYRIDAE

Sisyra nigra (Retzius, 1783)

Br1, 19. VII. 2007; Br4, 19. VII. 2007; Br6, 19. VII. 2007.

Sisyra terminalis Curtis, 1854

Br1, 19. VII. 2007; Br4, 19. VII. 2007.

HEMEROBIIDAE

Drepanepteryx phalaenoides (Linnaeus, 1758)

Br2, 17. V. 2007.

Hemerobius (H.) humulinus Linnaeus, 1758

Br1, 31. V. 2007.

Hemerobius (H.) stigma Stephens, 1836

Br1, 31. V. 2007; Br2, 31. V. 2007.

Hemerobius (H.) pini Stephens, 1836

Br3, 17. V. 2007; Br4, 19. VII. 2007.

Hemerobius (H.) contumax Tjeder, 1932

Br4, 19. VII. 2007.

Hemerobius (H.) fenestratus Tjeder, 1932

Br4, 19. VII. 2007.

Hemerobius (H.) atrifrons McLachlan, 1868

Br4, 19. VII. 2007.

Hemerobius (H.) handschini Tjeder, 1957

Br2, 17. V. 2007; Br3, 17. V. 2007.

Hemerobius (H.) micans Olivier, 1792

Br1, 31. V. 2007; Br4, 19. VII. 2007; Br6, on *Tilia cordata*, *Alnus*, 19. VII. 2007, 13. IX. 2007.

Symphorobius (S.) elegans (Stephens, 1836)

Br1, 19. VII. 2007.

CHRYSOPIIDAE

Nineta pallida (Schneider, 1851)

Br4, 19. VII. 2007, on *Picea*.

Chrysotropia ciliata (Wesmael, 1841)

Br1, 17. V. 2007, 19. VII. 2007; Br2, 17. V. 2007, 31. V. 2007; Br3, 17. V. 2007

Chrysopa perla (Linnaeus, 1758)

Br1, 17. V. 2007, 31. V. 2007; Br3, 17. V. 2007

***Chrysopa nigricostata* Brauer, 1850**

Br2, 31. V. 2007.

***Chrysopa pallens* Rambur, 1838**

Br1, 31. V. 2007

***Dichochrysa ventralis* (Curtis, 1834)**

Br3, 17. V. 2007

Peyerimhoffina gracilis* (Schneider, 1851)**Br5, on *Picea abies*, 13. IX. 2007Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) sensu lato**Br1, 31. V. 2007; Br2, 17. V. 2007; 31. V. 2007; Br6, on *Tilia cordata*, 19. VII. 2007.***Chrysoperla lucasina* (Lacroix, 1912)**Br5, on *Quercus*, 13. IX. 2007.***Chrysoperla pallida* Henry, Brooks, Duelli & Johnson, 2002**

Br2, 17. V. 2007; Br3, 17. V. 2007.

MYRMELEONTIDAE

***Myrmeleon (M.) formicarius* Linnaeus, 1767**

Br3, 17. V. 2007.

***Euroleon nostras* (Geoffroy in Fourcroy, 1785)**

Br2, 17. V. 2007; Br3, 17. V. 2007.

All of the 31 species recorded in the area are common and widespread throughout Slovenia (Devetak,

1984, 1992a). In this small area, the species count is rather low especially for the low diversity of habitat types. Moreover, the sampling techniques used provide limited evidence on the species inhabiting the area. Other collecting techniques, like the use of light traps would certainly increase the number of species. The most outstanding results refer to the occurrence of two *Sisyra*- and three *Chrysoperla*-species. The two *Sisyra*-species are included in the Red List of Endangered Neuroptera in Slovenia as vulnerable (Devetak, 1992b). The genus *Chrysoperla* species are insufficiently known for Slovenia and have been recorded for the first time for the Gorenjska region.

ACKNOWLEDGEMENTS

I am grateful to Assist. Danijel Ivajnšič for creating the maps. This research was partly supported by the Institute of Faunistics Koper within the project »Survey of the fauna and flora of the Brdo pri Kranju estate« (by Iz-tok Geister), and by the Slovene Ministry of Higher Education, Science and Technology within the Biodiversity Research Programme (Grant No. P1-0078).

K POZNAVANJU MEGALOPTERA IN NEUROPTERA (INSECTA: NEUROPTERIDA) POSESTVA BRDO PRI KRANJU (SLOVENIJA)

Dušan DEVETAK

Oddelek za biologijo, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, SI-2000 Maribor, Koroška cesta 160

E-mail: dusan.devetak@guest.arnes.si

POVZETEK

Na območju Brda pri Kranju je bilo v času bivše Jugoslavije nemogoče izvajati favnistične raziskave. To se je spremenilo šele po osamosvojitvi, torej po letu 1991, ko je Slovenija postala samostojna država. V naključnih vzorčenjih leta 2007 smo na območju Brda nalovili 1 vrsto velekrilcev (Megaloptera) in 30 vrst pravih mrežekrilcev (Neuroptera). Med pomembnejše najdbe prištevamo dve vrsti spužvark (rod *Sisyra*) in tri vrste tenčičaric iz rodu *Chrysoperla*. Najdba spužvark je pomembna z naravovarstvenega vidika, najdba omenjenih vrst tenčičaric pa zaradi dejstva, da je rod *Chrysoperla* v Sloveniji še premalo raziskan.

Ključne besede: Megaloptera, Neuroptera, posestvo Brdo pri Kranju

REFERENCES

- Aspöck, H., U. Aspöck & H. Hölzel (Mitarb. H. Rausch) (1980):** Die Neuropteren Europas. Eine zusammenfassende Darstellung der Systematik, Ökologie und Chorologie der Neuropteroidea (Megaloptera, Raphidioptera, Planipennia) Europas. 2 vols. Goecke & Evers, Krefeld.
- Aspöck, H., H. Hölzel & U. Aspöck (2001):** Kommentierter Katalog der Neuropterida (Insecta: Raphidioptera, Megaloptera, Neuroptera) der Westpaläarktis. *Denisia*, 2, 1–606.
- Devetak, D. (1984):** Megaloptera, Raphidioptera and Planipennia in Slovenia (Yugoslavia). *Faunistical contribution. Neuroptera Int.*, 3, 55–72.
- Devetak, D. (1992a):** Present knowledge of the Megaloptera, Raphidioptera and Neuroptera of Yugoslavia (Insecta: Neuropteroidea). In: Canard, M., H. Aspöck & M. W. Mansell (eds.): *Current Research in Neuropterology*. Toulouse, pp. 107–118.
- Devetak, D. (1992b):** The Red List of Endangered Neuroptera *s.l.* in Slovenia. *Varstvo narave*, 17, 1151–115.
- Klokočovnik, V., D. Devetak & S. Gomboc (2010):** Neuropterida (Megaloptera, Raphidioptera, Neuroptera) of Kozjanski Regional Park, Slovenia. In: Devetak, D., S. Lipovšek & A. E. Arnett (eds.): *Proceedings of the Tenth International Symposium on Neuropterology*. Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Maribor, pp. 171–174.

Original scientific article
Received: 2010-11-18

UDC 551.351(497.472)

COASTAL CLIFF BEHAVIOUR: THE CASE STUDY OF DEBELI RTIČ (SW SLOVENIA)

Stefano FURLANI

Dipartimento di Geografia, Università di Padova, I-35100 Padova, via del Santo 26, Italy
Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Trieste, I-34127 Trieste, via Weiss 2, Italy
E-mail: sfurlani73@gmail.com

Stefano DEVOTO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, I-41121 Modena, L.go Sant'Eufemia 19, Italy

Sara BIOLCHI

Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, I-41121 Modena, L.go Sant'Eufemia 19, Italy
Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Trieste, I-34127 Trieste, via Weiss 2, Italy

Franco CUCCHI

Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Trieste, via Weiss 2, 34127 Trieste, Italy

ABSTRACT

Coastal cliff behaviour has been studied in five sites along the Slovenian coast, in the north-eastern Adriatic Sea, through the comparison of 2515 images collected at the sites and more than 4500 additional pictures collected since 1998. Moreover, a detailed characterization of the geomechanical properties and the quality of rock masses together with the rockfall susceptibility have been studied to determine the geomechanical properties of the studied sites. Significant modifications of the cliff face are located in particular in sites showing poor or very poor rock mass quality. Moreover, photographic surveying suggests that cliffs are affected by a complex behaviour with respect to coastal retreat: during long stable-weather periods, cliff modifications are very low, while major changes in the cliff face occur after great storm events owing to the interaction of both marine and non-marine factors.

Key words: geomorphology, geomechanics, Flysch, cliff retreat, photographic surveying, Slovenia

FALESIE COSTIERE: IL CASO STUDIO DI PUNTA GROSSA (SLOVENIA SUDOCCIDENTALE)

SINTESI

La comparazione di 2515 immagini, raccolte a partire dal 1998 in 5 siti lungo la costa slovena e 4500 immagini aggiuntive, hanno permesso di studiare il comportamento delle falesie costiere di Punta Grossa (Debeli rtič). Si sono inoltre studiate le proprietà geomeccaniche lungo le falesie per definire la qualità dell'ammasso roccioso e la suscettibilità al crollo nei siti indagati. Le modificazioni più significative della falesia sono localizzate in corrispondenza dei siti con qualità più scadenti dell'ammasso roccioso. Inoltre, il rilevamento fotografico ha evidenziato che, nell'area di studio, le falesie sono interessate da un comportamento molto complesso rispetto nei confronti dell'arretramento costiero: durante i periodi di tempo meteorologicamente stabile, le modificazioni sono piuttosto modeste, mentre le variazioni più significative nella morfologia della falesia avvengono in seguito agli eventi di tempesta più importanti, a causa dell'interazione tra processi marini e subaerei.

Parole chiave: geomorfologia, geomeccanica, Flysch, arretramento della falesia, rilevamento fotografico, Slovenia

INTRODUCTION

Cliff retreat is the sum of the sustained action of marine and continental factors. Their interrelations depend on the geological and environmental settings of the area. Genesis and development of coastal cliffs are due to undercutting by marine erosion followed by the collapse of imminent rocky materials (Woodroffe, 2002). The type of rockfall that occurs on cliffs is controlled mainly by local geology, namely joints, bedding and fault planes (Moon & Healy, 1994). Stephenson & Kirk (2000) stressed the importance of cliff rock strength and the following wave action and long shore current processes. The height of cliffs and their lithology play an important role in cliff retreat (Buckler & Winters, 1983; Sunamura, 1983). The higher the cliff the lower the shear stress required for any discontinuities like faults, joints, fractures and bedding planes in the rocks to fail under gravity (Richards & Lorrain, 1987; Komar & Shih, 1993; Bray & Hooke, 1997). Greenwood and Orford (2007) suggested four main factors that control the rates and processes of cliff recession, in particular sea level, properties of sea cliff rocks, slope of cliffs and nearshore, and location of point sources of erosion and deposition. Selby (1993) has estimated the relative contribution of various factors affecting cliff recession, in particular intact rock strength 20%, discontinuities 64%, water erosion 6% and weathering 10%.

Photographic surveying has been successfully used by many authors (Pierre, 2006; Mortimor & Duperret, 2004; Emery & Kuhn, 1980). Few similar analysis were conducted also on Slovenian coasts (Furlani, 2003; 2007). The author provides the background of the problem and some retreat values. Flysch cliff behaviour in the hinterland of Slovenia coast has recently been studied by Zorn (2008; 2009).

Geomechanical surveys and analysis using the GSI (Geomechanical Strength Index) system have been applied to define qualities of rock masses (Marinos & Hoek, 2000; Ulusay & Somnez, 1999). Moreover, GSI is the unique rock mechanic classification developed to study slopes cut in Flysch (Bruschi, 2004).

This work aims at evaluating the behaviour of Flysch coastal cliff at Debeli rtič (SW Slovenia), the factors that trigger the collapse of material and its removal from the cliff foot through a detailed characterization of the quality of rock masses, the rockfall susceptibility and the comparison of a decade-long photographic survey.

MATERIAL AND METHODS

Study area

The study area is located in the northernmost part of the Slovenian coast, at Debeli rtič, in the NE Adriatic (Fig. 1). The turbiditic Formation of Eocene Flysch (cf. Magdalenic, 1972) is characterized by a regular alterna-

tion of sandstone and marlstone. Sandstone spacing ranges from centimetric to metric, while marlstone spacing ranges from millimetric to centimetric.

In particular, the studied cliffs are composed by centimetric–metric sandstone with millimetric–centimetric interbedded silty marlstone, showing almost horizontal bedding. The low resistance of the rock masses (Furlani, 2003) allows their rapid retreat and the development of wide shore platforms.

From a geodynamical point of view, the area belongs to the External Dinarides, characterized by a diffuse trend in NW–SE direction, which include the Upper-Eocene thrusts and nappe structure of NE Italy and Slovenia (Placer, 2008).

The climate is Sub-Mediterranean (Ogrin, 1995), characterized by equally distributed rainfall throughout the year, with slightly rainier periods in autumn (mean rainfall 290 mm) and less rain in summer (213 mm). Mean annual rainfall, measured in the 1961–1990 period in Trieste, is 1015 mm/yr (Trieste site, 0 m a.s.l.) (Righini *et al.*, 2002; Stravisi, 2003). The minimum mean value was recorded in February, while the daily peak is 105 mm in November. Storms are more frequent at the end of the summer and in autumn.

On average, there are approximately 31.5% of rainy days, 64.4% of sunny days, 3.0% of snowy days and 1.1% of days with hail (Tommasini, 1979). The hottest month is August (24°C) whereas the coldest one is January, with temperatures below 6°C.

Materials and methods

A multidisciplinary approach has been used to investigate the factors that affect Flysch coastal cliff behaviour. Photographic surveying together with geomechanical analysis have been used.

Photographic surveying started in 1998 using a 35 mm camera (Fuji). In 2002, digital surveying replaced the analog one, first using a Nikon Coolpix 995, then a Canon D300 reflex digital camera. Images have been collected as follows: 1) repeated images have been collected at 5 sites (Table 1) located in the north-western sector of the promontory (Fig. 1), at times reported in Table 2; the number of images collected during the surveying periods is reported in the table, the total amount of repeated pictures is 2515; 2) general images collected along the whole coastal stretch of Debeli rtič, with images from the sea or from the cliffs, in order to survey all the most important cliff changes, even at different sites; the total amount of general images is about 4500.

Considering the aims of this work, besides the acquisition of repeated images in the aforementioned stations, all the modifications of the cliffs and the shore platform have been noted and the relative picture formed. Rockfall, fallen trees and major storms have been documented, even if occurring at other sites.

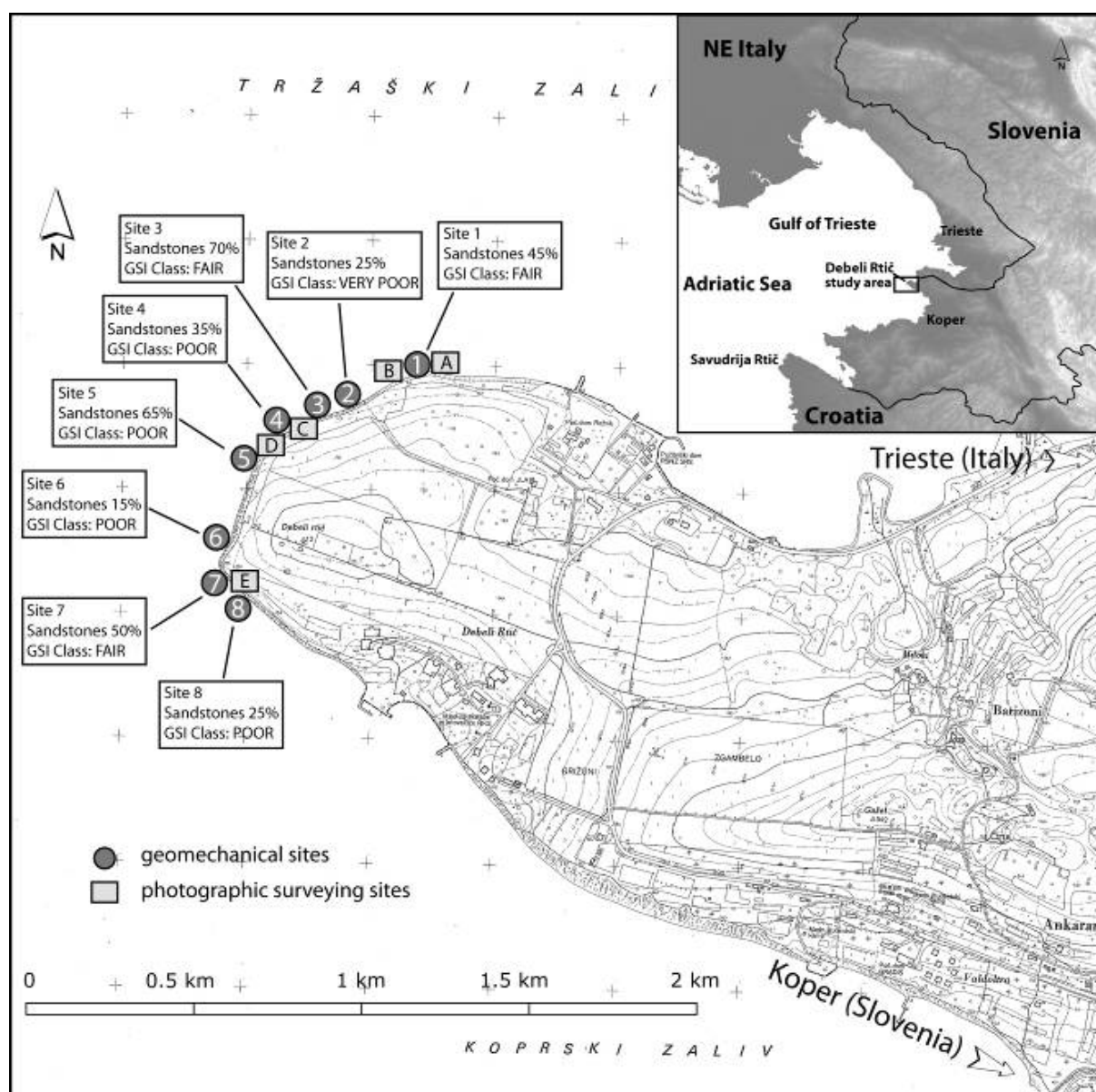


Fig. 1: Location of the surveyed geomechanical and photographic sites.

Sl. 1: Lokacije geomehanskega in fotografskega pregleda.

Tab. 1: Environmental setting of the photographic sites. A) name of the site; B) wind exposure (quadrant); C) altitude (m a.s.l.); D) surveying period; E) maximum fetch (km); F) reasons for the photographic surveying at the site.

Tab. 1: Okolijska umeščenost točk fotografiranja. A) ime lokacije; B) izpostavljenost vetru (kvadrant); C) nadmorska višina (m n.m.); D) trajanje pregleda; E) maksimalni doseg (km); F) razlogi za obravnavo lokacije.

Jv	SR
0.1	100
0.8	90
2	80
4	70
7	60
10	50
15	40
20	30
50	20
120	10

In order to evaluate the quality of rock masses that form the cliffs, geomechanical surveys were conducted along the coast of Debeli rtič (Italian *Punta Grossa*). GSI classification was chosen because conventional geomechanical system, such as the Rock Mass Rating methodologies (RMR) and Q present serious limitations for the analysis of heterogeneous formations like Flysch (Bruschi, 2004). GSI classification was developed to classify rock masses of slopes consisting of two different lithotypes, such as marlstone and sandstone (Marinos & Hoek, 2000; Ulusay & Somnez, 1999). Flysch in fact is characterized by different mechanical and hydrogeological behaviours: marlstone has a ductile behaviour and is easily eroded by storm surges, while sandstone exhibits higher resistance values. GSI system is based on a simple concept that combines the structural setting of the rocks with the properties of fractures, in order to achieve a quality index value of the rock masses used for the assessment of coastal retreat rate.

Ulusay and Somnez (1999) introduced two parameters; the first, SR, is related to the degree of fracturing of rock mass and is determined according to the number of joints per m³, J_v (Palmstrom, 2005), and another, SCR, which denotes the ratings for roughness, weathering and infilling material (Hack, 1998). Joint properties were surveyed according to BS 1981 (Hack, 1998). SR values are reported in Fig. 2.

SCR is obtained from the sum of three coefficients:

$$SCR = R_r + R_w + R_f$$

R_r parameter (Joint roughness), R_w parameter (Weathering of rock masses) and R_f parameter (Infilling material and aperture of fractures) values are as follows:

R_r parameter (Joint roughness)

Wavy	Slightly wavy	Curved	Slightly curved	Straight
6	5	3	1	0

R_w parameter (Weathering of rock masses)

No weathered	Slightly weathered	Moderately weathered	Highly weathered	Completely weathered
6	5	3	1	0

R_f parameter (Infilling material and aperture of fractures)

Nothing	Hard < 5 mm	Hard > 5 mm	Soft < 5 mm	Hard > 5 mm
6	5	3	2	0

The obtained values of SR and SCR are given in a GSI value chart (Bruschi, 2004).

The value of GSI can vary from 0 to 100, the higher the value the greater the quality characteristics of the rock and its resistance to sea cliff retreat. The quality classes are 5 and are listed below.

Quality classes obtained from GSI values

Very poor	Poor	Fair	Good	Excellent
0-20	21-40	41-60	61-80	81-100

Tab. 2: Images collected during the surveying period. The number of images collected using the analog camera are reported in blue, while the number of images collected using the digital camera are reported in grey. The total number of collected images is 2515. Other 4500 images have been collected in the same area at different sites in order to survey all the most important cliff changes.

Tab. 2: Fotografski material, pridobljen tekom raziskave. Število fotografij, narejenih z analognim fotoaparatom, je podano v modrih okencih, število digitalnih fotografij pa v sivih. Skupno število fotografij je 2515. Ostalih 4500 fotografij je bilo posnetih na različnih lokacijah istega območja, z namenom obravnave vseh pomembnejših sprememb na klifih.

A Site	B Exposure (quadrant)	C Altitude (m a.s.l.)	D Surveying period (years)	E Max fetch (km)	F Aims
A	NE-NW	0	9	50	Acting processes of the cliff
B	NW	0	5	50	Evolution of the cliff foot
C	NW	0	9	50	Evolution of a notch carved at the cliff foot
D	NW	0	4	50	Evolution of the cliff foot
Ea	SE, NW	0	9	120	Acting processes of the cliff
Eb	SE, NW	25	7	120	Analysis of beach material on the shore platform, evolution of the cliff top
Ec	SE, NW	25	7	120	Analysis of beach material on the shore platform, evolution of the cliff top

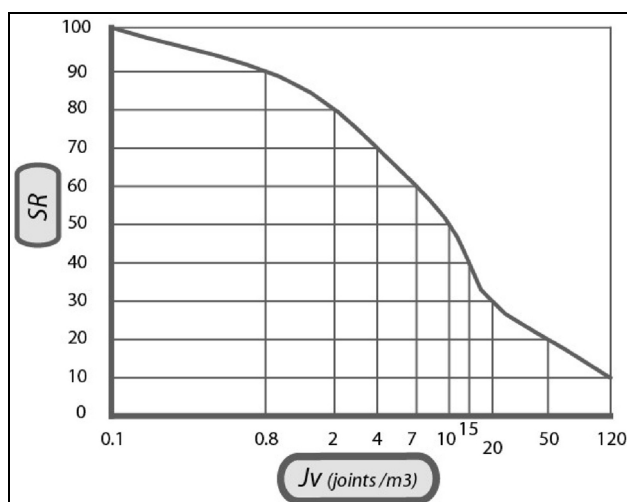


Fig. 2: Relationship between J_v and SR parameter.
Sl. 2: Razmerje med J_v in SR parametrom.

RESULTS

Photographic sites and surveying results

A 12-year-long photographic survey is presented. The features of photographic stations are reported in Table 1.

Examples of major cliff modifications are reported in figures 3, 4, 5 and 6. Regarding site B (Fig. 3), few modifications occurred at the cliff foot, but large amount of beach pebbles are moved, covering and uncovering respectively the shore platform. In site C (Fig. 4), the cliff is undercut. Occasionally, the cliff is threatened by stonefall and the shore platform is covered and uncovered both by beach or collapsed material. In site D (Fig. 5), between January and April 2006, rockfall occurred in the notch. The material at the cliff foot protects the notch from erosion. In site Ec (Fig. 6), at the beginning of 2007, a tree fell from the cliff onto the shore platform and blocked larger rocks for a year.

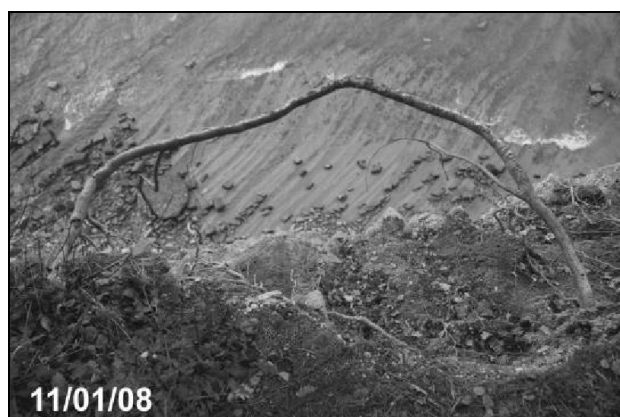


Fig. 3: Morphological changes at site B.
Sl. 3: Morfološke spremembe na točki B.



Fig. 4: Morphological changes at site C.
Sl. 4: Morfološke spremembe na točki C.



Fig. 5: Morphological changes at site D.
Sl. 5: Morfološke spremembe na točki D.



Fig. 6: Morphological changes at site Ec.
Sl. 6: Morfološke spremembe na točki Ec.

Geomechanical analysis

Geomechanical analyses were conducted in 8 sites and showed high susceptibility of the cliff to collapse. Rock fall are frequent and depend on the high degree of fracturing of the rock mass, erosion at the foot of marly materials and steepness of the walls.

The sandstone is intensively fractured (discontinuity spacing ranges from a couple of centimetres to decimetres) and weathered along the surface. As a consequence of intensive fracturing, the rock mass has good water permeability, resulting in some visible wet zones along the cliffs.

The three joint sets and the orientation of cliffs are shown in Table 3. The bedding has been renamed as joint set K1.

The three discontinuity systems formed boulders of cubic decimeter dimension on the walls. In addition, many sandstone blocks, already collapsed, are located on the shore platform, near steep cliffs (Fig. 7).

The results of GSI analysis are shown in table 4. Rock mass quality exhibits poor or very poor quality in 5 sites (Table 4), while other 3 sites do not exceed fair quality.

Tab. 3: Discontinuity sets along Debeli rtič cliff.**Tab. 3: Točke preloma vzdolž klifa Debeli rtič.**

	Slope (Dip direction/dip)	Set K1 (Dip direction/dip)	Set K2 (Dip direction/dip)	Set K3 (Dip direction/dip)
Site 1	310/65	310/05	200/85	145/80
Site 2	330/80	330/20	210/75	145/80
Site 3	330/80	330/14	210/80	140/70
Site 4	345/71	330/20	210/80	140/70
Site 5	320/76	310/24	50/84	140/74
Site 6	300/60	310/21	295/70	145/83
Site 7	250/58	310/21	300/81	140/80
Site 8	220/55	335/5	140/78	230/64

Tab. 4: Results of the GSI analysis at Debeli rtič.**Tab. 4: Rezultati GSI analize na Debelem rtiču.**

	Sandstone	Jv	SR	Rr	Rw	Rf	SCR	GSI	Class
Site 1	45%	10	50	3	5	2	10	45	Fair
Site 2	25%	20	30	1	1	0	2	15	Very poor
Site 3	70%	10	50	3	5	2	10	45	Fair
Site 4	35%	20	30	3	5	0	8	35	Poor
Site 5	65%	20	30	3	3	0	6	30	Poor
Site 6	15%	30	25	3	1	0	4	25	Poor
Site 7	50%	10	50	3	3	2	8	42	Fair
Site 8	25%	20	30	1	5	0	6	30	Poor

**Fig. 7: Joint system at the cliff-platform junction.****Sl. 7: Razpoklinski sistem na stiku klifa in police.**

DISCUSSION

Direct and indirect observations of the studied coastal cliffs indicate slow but persistent sea cliff retreat. Submerged Roman archaeological remains, located nowadays at about 50 m from the shoreline (Antonioli *et al.*, 2004, 2007), suggest that ancient cliffs were located far off-shore. A comparison between the current position of the cliff and the submerged Roman remains suggests that the cliff retreat rates attain around 10–20 mm/yr. Moreover, historical data indicate the presence of a medieval church at Debeli rtič, now completely disappeared (Borri, 1971). Even a trigonometric drome, used by the Austro-Hungarian navy to calculate the speed of ships, has disappeared because of cliff recession. Our data and analysis do not allow the evaluation of sea cliff retreat, however, they enable us to define diversifying zones of the Debeli rtič cliff showing different geomorphological and geomechanical behaviour.

First of all, recession is not consistent from one location to another. The main finding of sea cliff recession analysis is that the recession is primarily composed of both regular small losses, with occasional rapid larger losses over time, as suggested by Hall (2002). Moreover, every station shows different behaviour, both in time and space, related to environmental and geomechanical conditions. Photographic surveying displays, in fact, a complex behaviour of the cliff retreat: during long stable-weather periods, cliff modifications are very low and groundwater solution or slope failures have been observed. Major changes in the cliff face occurred after great storm events, because of the complex interaction between marine and non-marine factors. Geomechanical analysis evaluates the role of the lithology: marlstone and siltstone favour the erosion processes at the cliff foot and the detachment and fall of imminent sandstone blocks, while sandstone protects the cliff from marine and subaerial processes. Sandstone and marlstone beds are susceptible to wave attack and sub-aerial erosion, because of their permeable and frittered nature (May, 1977; Quigley & Di Nardo, 1980). Failure processes are linked to joint sets and open discontinuities on sandstone beds (Sites 3, 4, 5) on the cliff, but marlstone and siltstone can be eroded at the foot of slopes and therefore they accelerate the detachment from zones where sandstone is not abundant (Sites 2 and 6).

Marine erosion acts mainly where the rock masses present poor or very poor GSI values and depends primarily on the presence of erodible material at the cliff foot. Fair quality (sandstone) and fallen boulders protect against sea cliff retreat. The field observations and geomechanical analysis demonstrate that boulders, decimetric in size, are related to three discontinuity systems. The isolated blocks are ready to detach and fall.

The results of the GSI in the 8 sites show that the quality of rock masses is little influenced by the properties of the discontinuities that are fairly constant, while J_v is probably the dominant parameter for slope failure.

Extreme care has to be taken when studying and classifying plunging cliffs in a marine environment. For deeply jointed complex rock masses such as Flysch, the GSI chart is a useful tool to evaluate rock mass quality.

The rate of retreat is still difficult to evaluate, but historical and detailed topographic investigations (see the sources for some of these investigations in Zorn, 2008; 2009) can help geomechanical and photographic analysis to infer a “formula” of erosion rate, related to different lithotypes.

CONCLUSIONS

Sea cliff behaviour has been studied at Debeli rtič (SW Slovenia), in the north-eastern Adriatic. The analysis has been carried out through the comparison of more than 7000 photos collected at 5 sites since 1998, at precise times and under any weather conditions. In addition to this, the analysis of the geomechanical properties and quality of rock masses has been conducted at 8 geomechanical sites in the same area.

Coastal cliffs in the studied area are the result of marine and slope processes. Their interrelations are strongly influenced by their lithological composition and local environmental parameters. Most significant changes of the cliff face are observed in sites showing poor or very poor rock mass quality and geomechanical properties. In particular, marlstone is more susceptible to cliff retreat, being highly erodible due to marine processes. Conversely, where the sandstone prevails vertically on highly erodible lithotypes, slopes are affected by rock-fall. Boulders at the foot of the cliffs act simultaneously as a barrier to marine processes and elements of abrasion to the slope.

At the same time, photographic surveying suggests that cliffs are affected by a complex behaviour with respect to coastal retreat: during long stable-weather periods, cliff modifications are very low, while major changes in the cliff face occur after great storm events owing to the interaction of both marine and non-marine factors.

The integrated method here proposed, namely the evaluation of rock mass quality beside the direct field validation provided by the repeated photographic surveying, is very useful to outline the behaviour of coastal cliffs or to carry out geomorphic studies related to cliffs and shore platforms.

SPREMEMBE OBALNEGA KLIFA: ŠTUDIJA PRIMERA DEBELEGA RTIČA (JZ SLOVENIJA)

Stefano FURLANI

Dipartimento di Geografia, Università di Padova, I-35100 Padova, via del Santo 26, Italy
 Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Trieste, I-34127 Trieste, via Weiss 2, Italy
 E-mail: sfurlani73@gmail.com

Stefano DEVOTO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, I-41121 Modena, L.go Sant'Eufemia 19, Italy

Sara BIOLCHI

Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia, I-41121 Modena, L.go Sant'Eufemia 19, Italy
 Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Trieste, I-34127 Trieste, via Weiss 2, Italy

Franco CUCCHI

Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Trieste, via Weiss 2, 34127 Trieste, Italy

POVZETEK

Spremembe obalnih klifov smo preučevali na petih lokacijah vzdolž slovenske obale, v severovzhodnem Jadranskem morju, in sicer skozi analizo 2515 fotografij, posnetih na lokacijah, in več kot 4500 dodatnih fotografij, zbranih od leta 1998. S podrobno karakterizacijo geomehanskih značilnosti in kvalitete skalnih gmot ter analizo dovzetnosti za podore smo ugotavljali geomehanske značilnosti obravnavanih lokacij.

Izrazite spremembe pečine se večinoma pojavljajo na točkah, kjer je bila ugotovljena slaba ali zelo slaba kvaliteta skalnih gmot. Poleg tega s fotografskim pregledom ugotavljamo, da so klifi podvrženi kompleksnim spremembam, ki botrujejo umikanju obale: v času daljših obdobj stabilnega vremena so spremembe minimalne, medtem ko so po velikih nevihtah opažene izrazite spremembe pečine, saj prihaja do sovplivanja morskih in drugih dejavnikov.

Ključne besede: geomorfologija, geomehanika, fliš, umikanje klifa, fotografski pregled, Slovenija

REFERENCES

- Antonioli, F., M. Anzidei, K. Lambeck, R. Auriemma, D. Gaddi, S. Furlani, P. Orrù, P., E. Solinas, A. Gaspari, S. Karinja, V. Kovačič. & L. Surace, (2007): Sea level change in Italy during Holocene from archaeological and geomorphological data. *Qua. Sci. Rev.*, 26, 2463–2486.
- Antonioli, F., G. B. Carulli, S. Furlani, R. Auriemma & R. Marocco, (2004): The enigma of submerged marine notches in northern Adriatic sea. *Quaternaria Nova*, 8, 263–275.
- Borri, G. (1971): Muggia del passato. *Tipo-lito Poligrafica Modena, Trieste, Padova*, 234 p.
- Bray, M. J. & J. M. Hooke (1997): Prediction of soft cliff retreat with accelerating sea-level rise. *J. Coast. Res.* 13, 453–467.
- Bruschi, A. (2004): *Meccanica delle Rocce*. Edizioni Dario Flaccovio, Palermo, 398 p.
- Buckler, W. R., & H. A. Winters (1983): Lake Michigan bluff recession. *Ann. Assoc. Am. Geogr.* 73, 89–110.
- Emery, K. O. & G. G. Kuhn (1980): Erosion of Rock Shores at La Jolla, California. *Marine Geology*, 37, 197–208.
- Furlani, S. (2003): Shore platforms along the North-western Istrian coast: an overview. *Annales Ser. Hist. Nat.*, 13, 2, 247–256.
- Furlani, S. (2007): Evoluzione della falesia di Punta Grossa. *Borgolauro*, 52, 89–16.
- Greenwood, R. O. & J. D. Orford, J. D. (2007): Factors controlling the retreat of Drumlin coastal cliffs in a low energy marine environment–Strangford Lough, Northern Ireland. *J. Coast. Res.*, 23, 285–297.
- Hack, R. (1998): Slope Stability Probability Classification. ITC Publication, 43. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Delft, 258 p.
- Hall, J. W. (2002): Stochastic simulation of episodic soft coastal cliff recession, *Coastal Engineering*, 46, p. 159–174.
- Komar, P. D. & S. M. Shih (1993): Cliff erosion along the Oregon coast; a tectonic sea level imprint plus local controls by beach processes. *J. Coast. Res.* 9, 747–765.
- Magdalenic, Z. (1972): Sedimentologija fliških naslaga srednje Istre. *Acta geologica*, 7, 2, 71–100.
- Marinos, P. & E. Hoek (2000): GSI: a geologically friendly tool for rock mass strength estimation. *Proceedings of GeoEng2000 conference*. Melbourne.

- May, V. J. (1977):** Earth cliffs. In: Barnes R.S.K. (ed.): The coastline, Vol 11. Wiley, New York, pp 215–235.
- Moon, V. G. & T. Healy (1994):** Mechanisms of coastal cliff retreat and hazard zone delineation in soft flysch deposits. *J. Coast. Res.* 10, 663–680.
- Mortimer R. N. & A. Duperret (2004):** Coastal Chalk Cliff Instability. Engineering Geology Special Publication. Geological Society, London.
- Ogrin, D. (1995):** Podnebje slovenske Istre. Knjižnica Annales, 11. Zgodovinsko društvo za južno Primorsko, Koper, 381 p.
- Palmstrom, A. (2005):** Measurements of and correlation between block size and rock quality designation (RQD). *Tunneling and Underground Space Technology*, 20, 362–377.
- Pierre, G. (2006):** Processes and rate of retreat of the clay and sandstone sea cliffs of the northern Boulonnais (France). *Geomorphology*, 73, 64–77.
- Placer, L. (2008):** Principles of the tectonic subdivision of Slovenia. *Geologija*, 51, 2, 205–217.
- Quigley, R. M. & L. R. Di Nardo (1980):** Cyclic instability modes of eroding clay bluffs, Lake Erie, North-shore bluffs at Port Bruce, Ontario, Canada. *Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl.* 34, 39–47.
- Richards, K. S. & N. R. Lorrman (1987):** Basal erosion and mass movement. In: Anderson M.G. & Richards K.S. (eds.): *Slope stability*. Wiley, New York.
- Righini, G., E. Costantini & L. Sulli (2002):** La Banca dati delle Regioni Pedologiche Italiane [Data Base of Italian Pedologic Regions].
- Selby, M. J. (1993):** Hillslope Materials and Processes. Oxford University Press, Oxford, 451 p.
- Stephenson, W. J. & R. M. Kirk (2000):** Development of shore platforms on Kaikoura Peninsula, South Island, New Zealand Part One: the role of waves. *Geomorphology*, 32, 21–41.
- Stravisi, F. (2003):** Caratteristiche meteorologiche e climatiche del Golfo di Trieste. In: Bussani, M., Hydrores S.A.S. (eds): *Manuale del conduttore – motorista alla pesca locale professionale*, Trieste, pp. 148–154.
- Sunamura, T. (1983):** Processes of sea cliff and platform erosion. In: Komar P.D. (ed.): *Handbook of coastal processes and erosion*. CRC Press, Boca Raton, 305 p.
- Tommasini, T. (1979):** Dieci anni di osservazioni meteorologiche a Borgo Grotta Gigante sul Carso Triestino (1967–1976). *Atti e Mem. Comm. Grotte "E. Boegan"*, 1–11.
- Ulusay, R. & H. Somnez (1999):** Modifications to the Geological Strength Index (GSI) and their applicability to stability of slopes. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 36, 6, 743–760.
- Woodroffe, C. D. (2002):** Coast: form, process and evolution. Cambridge University Press, Cambridge, 623 p.
- Zorn, M. (2008):** Erozijski procesi v slovenski Istri. Založba ZRC, Ljubljana, 423 p.
- Zorn, M. (2009):** Erosion processes in Slovene Istria – part 2: Badlands. *Acta geogr.*, 49–2, 291–341.

IZJEMNI NARAVNI POJAVI V POSTOJNSKEM
IN PREDJAMSKEM JAMSKEM SISTEMU

Stanka ŠEBELA

Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, SI-6230 Postojna, Titov trg 2

E-mail: sebel@zrc-sazu.si

IZVLEČEK

Postojnski in Predjamski jamski sistem sta pretrpela številne naravne nesreče. Rekordno poplavo v zadnjih 100 letih je Postojnski jamski sistem, glede na zgodovinske vire, doživel septembra 1933, ko je nivo vode v Tartarusu segal do nadmorske višine 519,8 m. Septembra 2010 je poplava segala skoraj 2 m nižje. Zato pa zadnje poplave leta 2010 predstavljajo rekord v Predjamskem jamskem sistemu, saj je voda v Konjskem hlevu prišla do nadmorske višine 489,3 m, kar je vsaj 3 m višje kot poplave leta 1965. Ob potresih se v jamah slišijo predvsem brontidi, redko se čuti tudi nihanje tal. Glede na zgodovinske vire se je ob Cerkniškem potresu ($M=5.6$) leta 1926 v Postojnskem jamskem sistemu zrušil stalagmit. Iz Postojnskega jamskega sistema imamo dokaze tudi o udarih strele, ki lahko poškodujejo raziskovalne inštrumente.

Ključne besede: poplava, potres, udar strele, Postojnski jamski sistem, Predjamski jamski sistem, Slovenija

EVENTI NATURALI ECCEZIONALI NEI SISTEMI SOTTERRANEI DI POSTUMIA E PREDJAMA

SINTESI

I sistemi sotterranei di Postumia e Predjama sono stati colpiti da numerose catastrofi naturali. Nel settembre del 1933, quando il livello dell'acqua nel passaggio di Tartarus raggiunse i 519,8 m sopra il livello del mare, si verificò nel sistema sotterraneo di Postumia l'alluvione record degli ultimi 100 anni. Nel settembre del 2010 l'alluvione raggiunse 2 m d'altezza in meno. Nel sistema sotterraneo di Predjama invece, sono proprio le ultime alluvioni del 2010 a rappresentare un record, poiché il livello dell'acqua ha raggiunto i 489,3 m sopra il livello del mare nel Konjski hlev, ossia almeno 3 m in più rispetto all'alluvione del 1965. Durante i terremoti, nelle grotte si sentono soprattutto i brontidi, raramente si percepiscono oscillazioni del suolo. In base ai dati storici disponibili, durante il terremoto di Cerknica ($M=5,6$) del 1926, nel sistema sotterraneo di Postumia crollò una stalagmite. Per il sistema sotterraneo di Postumia esistono anche testimonianze di colpi di fulmine, che possono danneggiare gli strumenti da ricerca.

Parole chiave: alluvione, terremoto, fulmine, sistema sotterraneo di Postumia, sistema sotterraneo di Predjama, Slovenia

UVOD

V zadnjih letih se širi prepričanje, da se naravne nesreče povečujejo. Ker predstavlja kras kar 43% površja Slovenije (Kranjc *et al.*, 2007), je to pomembno območje tudi za razumevanje pojavljanja naravnih nesreč. Poplave kot tudi sušo na kraških poljih težko štejemo med naravne nesreče, saj gre za normalne razmere na kraških terenih. Seveda pa je v primeru človeškega trpljenja ali celo žrtev smiselno govoriti tudi o naravnih nesrečah na krasu.

Ker Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU od leta 2009 opravlja nalogo jamskega skrbnika (kot pomoč družbi, ki upravlja s Postojnskim in Predjamskim jamskim sistemom), smo v okviru popisa starih posegov v obeh jamskih sistemih raziskovali naravne nesreče. Gre za pomembni kraški jami, ki sta na prvem in drugem mestu po dolžini rogov v Sloveniji. Po številu obiskovalcev pa je Postojnski jamski sistem s skoraj 500.000 obiskovalci na leto rekorder tudi v svetovnem merilu. Članek obravnava poplave, potrese in udare strele, in sicer primere, ki so dobro dokumentirani. Prav gotovo obstaja še več zgodovinskih in arhivskih virov predvsem v nemščini, ki pa ostajajo neobdelani.

METODOLOGIJA

Večletno spremljanje in obiskovanje Postojnskega in Predjamskega jamskega sistema je bila osnova za razumevanje procesov v primeru izrednih dogodkov v obeh jamah. Opravljeno je bilo tako dokumentiranje izrednih dogodkov kot tudi beleženje osebnih sporočil sodelavcev in jamskih vodnikov. Analizirani so bili zgodovinski viri in literatura ter opravljeni prevodi iz tujih jezikov. Na podlagi geodetskih podatkov in jamskih načrtov so določene nadmorske višine poplav.

REZULTATI IN RAZPRAVA

Poplave

Rovi Postojnskega jamskega sistema so v svoji preteklosti doživeli tako številne poplave kot tudi odnašanje materiala. V zadnjih 5.000 do 25.000 letih je Gospodarič (1968) sklepal na obdobja poplav v Čarobnem vrtu, pa tudi na obdobja nastajanja sige v toplejših obdobjih ter na posedanje tal pred odlaganjem sige.

Habe (1996) omenja veliko poplavo pred Postojnskim jamskim sistemom leta 1577, ki je odnesla Modrijanov mlin. Šlo naj bi za prvoten mlin, postavljen bližje ponoru Pivke od današnjega mlina (Kranjc *et al.*, 2007). Današnji mlin je prenehal obratovati 7. 11. 1972, ko je velika voda odnesla zadnji dve mlinski kolesi (Habe, 1996).

Leta 1931 so v Tartarusu pod vodstvom odgovornega upravnika Postojnske jame izkopali umetni tunel dolžine

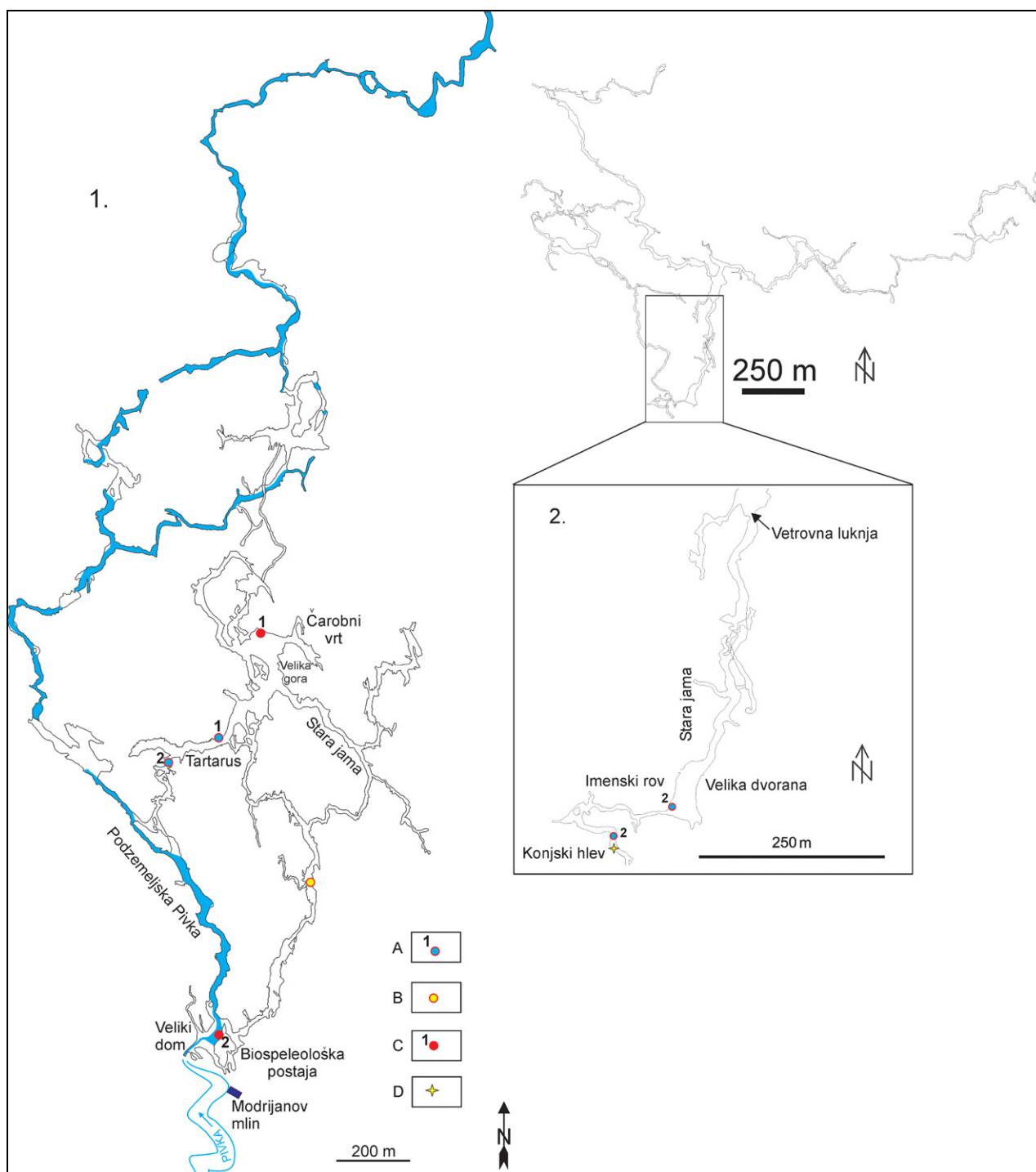
9 m ter januarja 1932 začeli z namestitvijo podzemne raziskovalne postaje s horizontalnimi nihalni s fotografskim beleženjem. Z dvema nihaloma so beležili minimalne odklone od vertikale. V obdobju merjenja opisujejo hitro naraščanje reke Pivke in znižanje zahodnega bloka ter poudarjajo, da so poleg raziskav plimovanja zemeljske skorje pridobljeni podatki pomembni tudi za razumevanje podzemne hidrografije krasa ter seizmologijo (Carnera, 1933).

Jeseni leta 1933 so bili zaradi poplav podzemeljske Pivke inštrumenti v jami zaliti z vodo, zato so jih morali odstraniti. Nadmorska višina vhoda v umetni tunel je 519,1 m, inštrumenti pa so bili postavljeni 519,8 m nad morjem, kar je tudi nivo najvišjih poplav leta 1933. Konec avgusta 1934 so podzemeljski laboratorij ponovno usposobili, vendar so se v prvih dveh tednih decembra 1934 ponovile poplave in prekinile merjenja v Tartarusu. Spomladi leta 1936 so po petih mesecih brez meritev inštrumente prestavili v drug del Postojnskega jamskega sistema, kjer jih poplave niso več dosegle. V



Sl. 1: Poplave septembra 2010: ponor reke Pivke v Postojnski jamski sistem. (Foto: S. Šebela)

Fig. 1: Floods of September 2010: the Pivka River sinking into Postojna cave system. (Photo: S. Šebela)



Sl. 2: Tloris (1) Postojnskega in (2) Predjamskega jamskega sistema. Legenda: A – poplave (1=1933, 2=2010); B – mesto podrtega kapnika zaradi potresa leta 1926; C – udari strele (1=2006, 2=2008); D – ugrez v Predjamskem jamskem sistemu.

Fig. 2: Ground-plan of (1) Postojna and (2) Predjama cave systems. Legend: A – floods (1=1933, 2=2010); B – the place where stalagmite collapsed due to 1926 earthquake; C – strokes of lightning (1=2006, 2=2008); D – floor collapse in Predjama cave system.



Sl. 3: Modrijanov mlin in nivo rekordnih poplav reke Pivke. (Foto: S. Šebela)

Fig. 3: Modrijan mill and level of the Pivka River record floods. (Photo: S. Šebela)

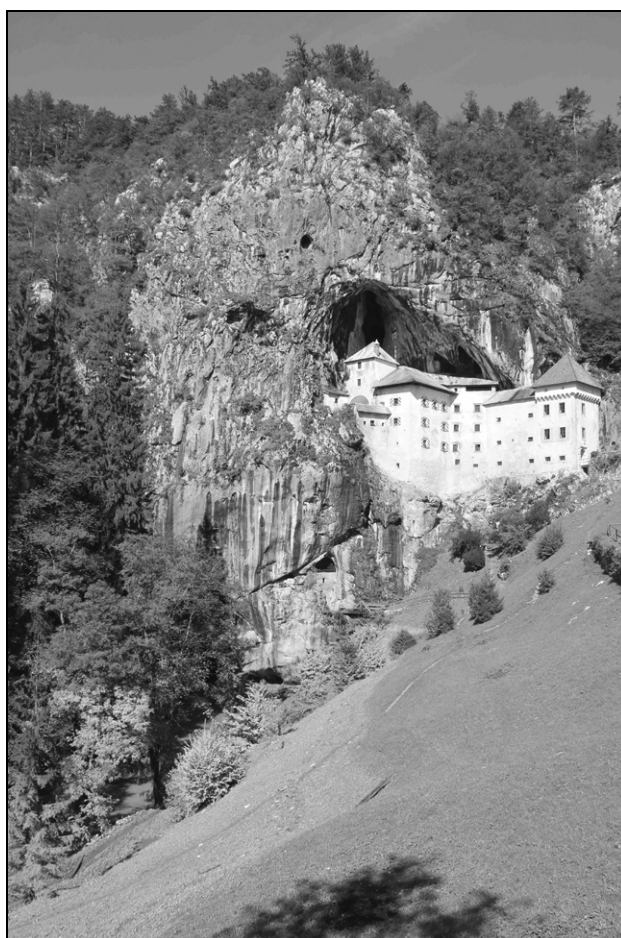
letu 1937 so se merjenja plimovanja zemeljske skorje nadaljevala (R. R. Grotte demaniali di Postumia, 1938), verjetno še naprej v umetnem tunelu v Tartarusu.

Poplave so 23.–24. 9. 1933 zajele obsežen del Slovenije in segale tudi na Hrvaško.

Pri zadnji poplavi ponora Pivke (Sl. 1) je voda pri Modrijanovem mlinu dne 19. 9. 2010 dosegla 520,4 m nad morjem (F. Drole, *osebno sporočilo*). V Postojnskem jamskem sistemu je bila voda do nadmorske višine 518 m in sicer v Tartarusu (J. Hajna, *osebno sporočilo*), kar je skoraj 2 m nižje od stanja leta 1933 (Sl. 2).

Na Modrijanovem mlinu so zabeležene tudi poplave leta 1987 (27. 11.), ko je voda segala do 520 m nad morjem. Dne 25. 12. 2009 je voda segala do nadmorske višine 515 m in dne 12. 12. 2008 do 511,3 m (Sl. 3). Decembra 2009 je voda, ki je pronicala skozi jamski strop, na nekaterih mestih v Stari jami skoraj poplavela železniške tise.

Izredno deževje je 2. 9. 1965 povzročilo nastanek



Sl. 4: Sledi poplav 2010 na ponoru Lokve v Predjamski jamski sistem. (Foto: S. Šebela)

Fig. 4: Traces of floods in 2010 at the Lokva River sink into Predjama cave system. (Photo: S. Šebela)

jezera pred Predjamskim jamskim sistemom (Habe, 1970). Zadnje poplave 19. 9. 2010 so pri Predjami segale še višje (Sl. 4). V Konjskem hlevu je voda segla do nadmorske višine 489,3 m, v Veliki dvorani pa do 489,1 m (J. Hajna, *osebno sporočilo*), tako da je bil prehod do Stare jame zalit.

Dne 20. 9. 2010 dopoldan po umiku vode, ki je zaježila Lokvo, je Sergeja Kariž (*osebno sporočilo*) v Konjskem hlevu opazila ugrez premera okrog 3 m in globine 1 do 3 dm (Sl. 5). Ugrez se nahaja na nadmorski višini 489,45 m. Glede na jamske načrte (Habe, 1970) se okrog 12 m pod ugrezom nahajajo rovi Zmajeve luknje (477 m nad morjem), okrog 30 m pod ugrezom pa rov Lokve (462 m nad morjem). Območje, kjer se je pojavil ugrez, ni bilo poplavljen. Ugrez se je pojavil po umiku vode, to je 20. 9. 2010 zjutraj oziroma dopoldan. V spodaj ležečih rovih je voda izpodjedla (verjetno po razpoki) strop, umik vode pa je povzročil ugrez v sedimentu v zgornjem rovu.

Potresi

Speleoseizmologija raziskuje sledove potresov v kraških jamah. Ti se kažejo kot pretrti kapniki in siga, nepravilnosti v rasti kapnikov, kot deformacije strukture jamskih sedimentov, premiki ob razpokah in lezikah, podori ter obseizmični premiki prelomov. Pri tem je pomembno dokazati seizmični dogodek v jami in ga povezati z dokazi na površju, saj lahko tudi drugi kraški procesi povzročijo enake sledove (Becker *et al.*, 2006).

Čeprav velja, da so med potresi kraške jame večinoma zelo stabilne, pa imamo tudi nekaj dobrih dokazov (npr. zamaknjeni kapniki, zlomljeni tanki stalaktiti-cevke, podrti kapniki itd.) za današnjo in staro tektonsko aktivnost v kraških jamah (Postpischl *et al.*, 1991; Gilli, 1999; Becker *et al.*, 2005; Kagan *et al.*, 2005; Šebela 2008, 2010a, 2010c).

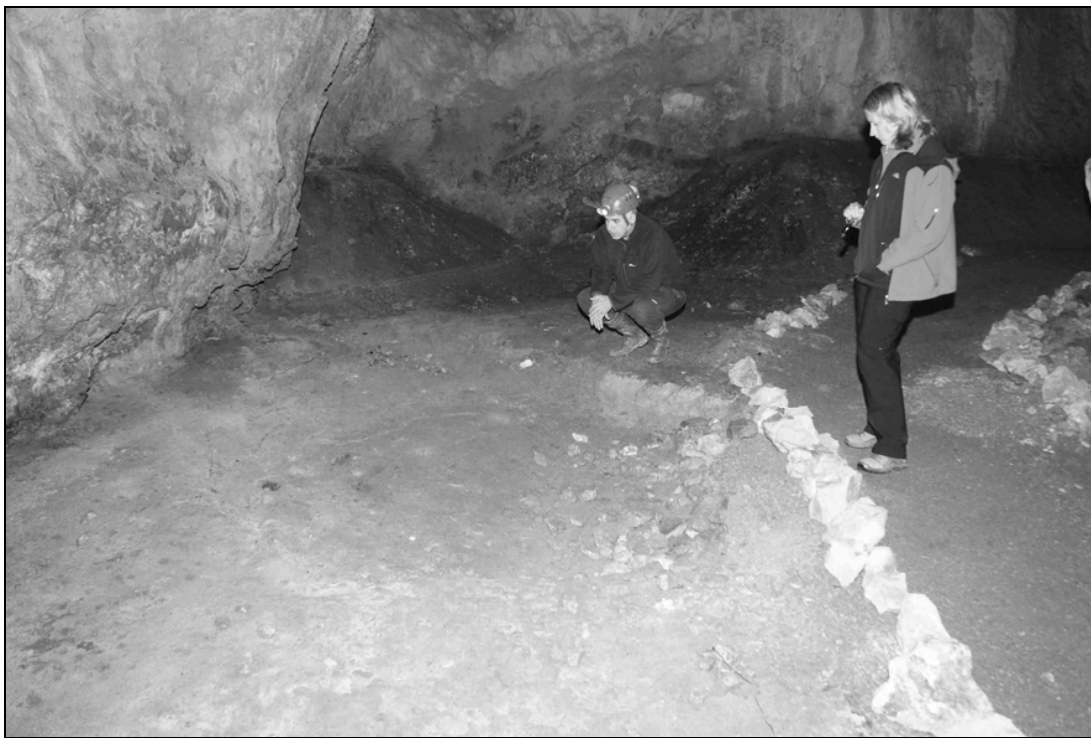
Zabeleženih je več pričevanj, kako se v zadnjih letih čutijo potresi v Postojnskem jamskem sistemu (Glažar, 2006; Šebela, 2008, 2010c). Najbolj se sliši zvok podoben bližajočemu se vlaku, včasih se sliši celo pok, redkeje se čuti valovanje oziroma nihanje tal. V Biospeleološki postaji, ki se nahaja le 10–30 m stran od vhoda v jamo, pa so jamski vodniki čutili tresenje tal in ograje.

O učinkih Idrijskega potresa iz leta 1511 in Ljubljanskega potresa iz leta 1895 na Postojnski in Predjamski jamski sistem še nismo našli zabeleženih pričevanj.

Eden najstarejših zapisov o potresu v bližini Postojnskega jamskega sistema ostaja Schmidlov zapis (Schmidl, 1854); opisuje potres 2. 2. 1834, ki se je močno čutil v Postojni in Planini. Po Ribariču (1982) je bil to potres v okolici Postojne (Javorniki) z magnitudo 3.9 in zaznanim brontidom. Brontidi predstavljajo spremljevalne pojave potresov, predvsem gre za bobnenje.

Potres, ki se je močno čutil v Postojnskem jamskem sistemu, je potres 1. 1. 1926. To je tako imenovani Cerkniški potres z magnitudo 5.6, lociran v JV konec Idrijskega preloma oziroma v Javornike (Ribarič, 1982; Poljak *et al.*, 2000). V časopisu Edinost (8. 1. 1926, št. 8) je bilo objavljeno, »da se je v jami zrušil krasen stalagmit, ki je meril skoro 1 m v premeru«. To je zanimiva trditev, saj je redko zaslediti, da pride med potresom do večjih podorov v kraških jamah (Šebela, 2008, 2010a, 2010c).

Zanon (1926) opisuje potres 1. 1. 1926 kot Beneški potres, njegov epicenter pa postavlja v bližino Postojne. V članku je pričevanje takratnega direktorja Postojnske jame Ivana Andreja Perka o tem, kako so čutili potrese v jami. Perko je zatrdil, da se v jami ni podrlo nič, da pa je bilo slišati eksplozijam podobne zvoke, ki so spremljali potrese. Brontidi in bliskanje, ki so spremljali potresne sunke, so bili zaznani tudi v Benetkah (Zanon, 1926).



Sl. 5: Ugrez po poplavih leta 2010 v Konjskem hlevu, Predjamski jamski sistem. (Foto: S. Šebela)
Fig. 5: Floor collapse after the floods in 2010 in Konjski Hlev, Predjama cave system. (Photo: S. Šebela)

V letnem poročilu uprave Postojnske jame (R. R. Grotte demaniali di Postumia, 1928, 12) za obdobje od 1. 7. 1926 do 31. 12. 1927 je na 12. strani zapis v italijanščini: »Sgombro dei pezzi di una grande colonna rovesciatasi nella Scala del Candore in seguito al terremoto del giorno 1 gennaio 1926« (prevod: »Odstranitev kosov velikega stebra, ki se je podrl v Scala del Candore kot posledica potresa 1. januarja 1926«). Omenjeni zapis potrjuje novico v časopisu Edinost (8. 1. 1926, št. 8) in je v nasprotju z izjavo Ivana Andreja Perka (Zanon, 1926). Glede na današnji videz dvorane Pralnica (Scala del Candore ustreza pravilnemu imenu Sala del Candore), ki je od vhoda v jamo oddaljena okrog 600 m (Šebela, 2010a, 2010c), se lahko strinjamo z resničnostjo izjave o podrtem stalagmitu, ki je bil verjetno odložen na nestabilna tla jamskih naplavin in se je podrl zaradi potresov januarja 1926 (Sl. 2). Izjavo Ivana Andreja Perka (Zanon, 1926) je mogoče razumeti v smislu, da ni hotel prestrašiti obiskovalcev jame.

Udari strele

Udar strele 7. 5. 2004 v Postojnski jami opisuje Glažar (2006). V času nevihte je bila skupina turistov pod Veliko goro, ko je odjeknil pok kot po veliki eksploziji. Najprej je nastala popolna tema, potem pa se je razsvetlil celoten strop nad Veliko goro. Osvetlila se je tako rekoč vsaka razpoka na stropu. Svod je zažarel kot pajkova mreža tisočih niti svetle modro-zelene svetlobe, ki je trajala nekaj sekund. Potem je svetloba počasi ugasnila (Glažar, 2006).

Nad Veliko goro se na površju nahaja južno pobočje hriba Nemčji vrh z vrhom na nadmorski višini 632,7 m. Med podorno dvorano in površjem je 65 m debel strop iz apnenca (Šebela, 2010b).

V skrajnem SZ delu Velike gore (Sl. 2) je dr. Janja Vaupotič (Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana) v letu 2005 namestila barasol za merjenje koncentracij radona v zraku v povezavi s tektonskimi mikro-premiki. Sodelavec ZRC SAZU (Inštitut za raziskovanje krasa) dr. Janez Mulec je dne 16. 5. 2006, ko je odčital podatke na tenziometru TM 71, opazil, da je barasol poškodovan. Ugotovili so, da ne gre za napako inštrumenta, ampak je po vsej verjetnosti moralo priti do udara strele na površju nad jamo, ki je prišel v jamo ter barasol uničil in odprl, njegovo kovinsko ogrodje pa vrgel vsaj 1 m stran od prvotnega mesta.

Tudi Metka Petrič (*osebno sporočilo*) ima izkušnjo, da je v letu 2008 sondo za merjenje prevodnosti reke Pivke v Velikem domu poškodovala strela.

SKLEP

Pri proučevanju naravnih nesreč v Postojnskem in Predjamskem jamskem sistemu so obravnavani poplave, potresi in udari strele. V Postojnskem jamskem sistemu je podzemeljska Pivka septembra 1933 segala do nadmorske višine 519,8 m v Tartarusu, saj je zalila italijansko raziskovalno postajo (Carnera, 1933; R. R. Grotte demaniali di Postumia, 1938). Zadnja poplava 19. 9. 2010 je v Tartarusu segala do 518 m nadmorske višine (J. Hajna, *osebno sporočilo*). Glede na obravnavane zgodovinske vire predstavlja poplava iz leta 1933 najvišji vodostaj podzemeljske Pivke v Postojnskem jamskem sistemu v zadnjih 100 letih.

Tudi poplava 19. 9. 2010 je v Predjami segala okrog 1 m pod Konjski hlev, to je do nadmorske višine 489,6 m, kar je najmanj 3 m višje od poplave 2. 9. 1965 (Habe, 1970). V Konjskem hlevu se je po/med umikom vode 20. 9. 2010 pojavil do 3 m širok in 1–3 dm globok ugrez v jamskih sedimentih.

Obstajajo pisni dokazi (Edinost, 8. 1. 1926, št. 8; Zanon, 1926; R. R. Grotte demaniali di Postumia 1928) o tem, da se je v Postojnskem jamskem sistemu ob Cerkniškem potresu 1. 1. 1926 z magnitudo 5.6 zrušil stalagmit premera skoraj 1 m v dvorani, ki se danes imenuje Pralnica (Sl. 2). Iz Postojnskega jamskega sistema je sicer zabeleženih več pričevanj, kako se čutijo potresi (Glažar, 2006; Šebela, 2008, 2010c). Najbolj se slišijo brontidi, in sicer zvok podoben bližajočemu se vlaku, včasih se sliši celo pok. Ob močnejših in bližnjih potresih se čuti tudi valovanje oziroma nihanje tal vse do Velike gore.

Udar strele v Postojnskem jamskem sistemu na Veliki gori (leta 2006) in v Velikem domu (leta 2008) je uničil dva inštrumenta.

ZAHVALA

Zahvaljujem se Franju Droletu, Juretu Hajni, Janezu Mulcu in Metki Petrič (ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa) za osebna pričevanja, ki sem jih uporabila v članku. Oskrbnica Predjamskega gradu Sergeja Kariž (Turizem KRAS Destinacijski management d.d.) nas je opozorila na ugrez po poplavih, ki je nastal v Predjami. Stanislav Glažar me je opozoril na zapis o potresu v Schmidlu (1854), Trevor Shaw pa na zgodovinsko literaturo (R. R. Grotte demaniali di Postumia 1928, R. R. Grotte demaniali di Postumia 1938). Raziskava je bila opravljena v okviru projektov »Strokovni nadzor in svetovanje pri upravljanju z jamskimi sistemi« ter »Klimatski in biološki monitoring jamskih sistemov« (financer Turizem KRAS Destinacijski management d.d.) in v okviru programa ARRS »Raziskovanje krasa« (P6-0119).

EXCEPTIONAL NATURAL EVENTS IN POSTOJNA AND PREDJAMA CAVE SYSTEMS

Stanka ŠEBELA

Karst Research Institute ZRC SAZU, SI-6230 Postojna, Titov trg 2, Slovenia

E-mail: sebel@zrc-sazu.si

SUMMARY

Postojna and Predjama cave systems suffered numerous natural hazards. In Postojna cave system, the record flooding for the last 100 years was recorded in September 1933, when water level in Tartarus passage reached 519.8 m above sea level. The floods of September 2010 extended almost 2 m lower. At Modrijan mill in front of the cave, the record floods reached the elevation of 520.40 m above the sea on 19 September 2010. There are other records, namely 520 m above sea level on 27 November 1987, 515 m on 25 December 2009 and 511.30 m on 12 December 2008. The note of 1933 record floods in Postojna cave system was found in annual report of the cave administration and so far represents the oldest known reliable report on record floods in the cave.

In Predjama cave system the recent floods of September 2010 represent the record level as water in Konjski Hlev reached 489.30 m above sea level, which is at least 3 m higher than floods in 1965. On 20 September 2010, the day after the flood water retreated, the sudden collapse of the floor in Konjski Hlev appeared. It had about 3 m in diameter and was 0.1–0.3 m deep. The floor collapse occurred at 489.45 m above sea level. According to cave maps, it is located 12 m above the lower passages of Zmajeva Luknja (477 m), and about 30 m above the passages of River Lokva (462 m). The area of floor collapse was not flooded. The collapse presumably happened after or during the flood water retreat in lower passages. In lower passages the high water probably eroded the ceiling, causing collapse in cave sediments in the upper passage.

During the earthquakes brontides are heard inside caves, while ground oscillations are rarely felt. According to historical sources, a stalagmite in Postojna cave system collapsed during Cerknica earthquake ($M=5.6$) in January 1926. From the same cave there are evidences of lightning strokes that come from the surface into the cave and can harm research devices as well.

Key words: flood, earthquake, lightning, Postojna cave system, Predjama cave system, Slovenia

LITERATURA

- Becker, A., M. Ferry, K. Monecke, M. Schnellmann & D. Giardini (2005):** Multiarchive paleoseismic record of late Pleistocene and Holocene strong earthquakes in Switzerland. *Tectonophysics*, 400, 153–177.
- Becker, A., C. Davenport, U. Eichenberger, E. Gilli, P.-Y. Jeannin & C. Lacave (2006):** Speleoseismology: A critical perspective. *J. Seismol.* 10, 3, 371–388.
- Carnera, L. (1933):** La stazione dei pendoli orizzontali nelle R.R. Grotte di Postumia. *Bolletino di Geodesia e Geofisica.*, 9–10, 1933–XII, 1–13.
- Edinost (1926):** Postojna, sedem dni potresa. 8. 1. 1926, št. 8.
- Gilli, E. (1999):** Evidence of palaeoseismicity in a flowstone of the Observatoire cave (Monaco). *Geodinamica Acta*, 12, 3–4, 159–168.
- Glažar, S. (2006):** Strela in potres v Postojnski jami. *Naše jame*, 46, 118–119.
- Gospodarič, R. (1968):** Podrti kapniki v Postojnski jami. *Naše jame*, 9(1–2), 15–31.
- Habe, F. (1970):** Predjamski podzemeljski svet. *Acta carsologica*, 5/1, 7–94.
- Habe, F. (1996):** Mlini in žage na vodni pogon na Pivki in Planinskem polju nekoč in danes. V: *Ljudje in kraji ob Pivki 3. Občina Postojna, Postojna*, 117 str.
- Kagan, E. J., A. Agnon, M. Bar-Matthews & A. Ayalon (2005):** Dating large infrequent earthquakes by damaged cave deposits. *Geology*, 33(4), 261–264.
- Kranjc, A., S. Kariž, S. Paternost & S. Polak (2007):** Postojnska jama: vodnik. *Postojnska jama, Turizem, Postojna*, 94 str.
- Poljak, M., M. Živčič & P. Zupančič (2000):** The seismotectonic characteristics of Slovenia. *Pure Appl. Geophys.*, 157, 37–55.
- Postpischl, D., S. Agostini, P. Forti & Y. Quinif (1991):** Palaeoseismicity from karst sediments: the »Grotta del Cervo« cave case study (central Italy). *Tectonophysics*, 193, 33–44.

R. R. Grotte demaniali di Postumia (1928): Relazione del consiglio d'amministrazione alle loro eccellenze i ministri dell'economia nazionale e delle finanze sull'andamento dell'azienda dal 1° luglio 1926 al 31 dicembre 1927. VI, 12, Postumia.

R. R. Grotte demaniali di Postumia (1938): Relazione del consiglio d'amministrazione alle loro eccellenze i ministri dell'economia nazionale e delle finanze sull'andamento dell'azienda dal 1° gennaio al 31 dicembre 1937. XVI, Postumia.

Ribarič, V. (1982): Seismicity of Slovenia – Catalogue of Earthquakes (792 A.D. – 1981). SZ SRS Publication, Ljubljana, Ser. A, No. 1–1, pp. 1–650.

Schmidl, A. (1854): Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas. Akademie der Wissenschaften, Wien, V–VIII, 3–314.

Šebela, S. (2008): Broken speleothems as indicators of tectonic movements. *Acta carsologica*, 37(1), 51–62.

Šebela, S. (2010a): O podrtem kapniku ob Cerknškem potresu (1926) ter o raziskovalni postaji s horizontalnimi nihali v Postojnski jami. V: Kuhar, M. (ur.): Razprave s področja geodezije in geofizike 2009. 15. strokovno srečanje Slovenskega združenja za geodezijo in geofiziko, 21. Januar 2010, Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, str. 17–22.

Šebela, S. (2010b): Accesses from the surface to the Postojna cave system. *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 20(1), 55–64.

Šebela, S. (2010c): Effects of earthquakes in Postojna cave system. *Acta carsologica*, 39(3), 597–604.

Zanon, S. (1926): Il terremoto di Venezia del 1° gennaio 1926. *Rivista mensile della città di Venezia*, V, 9, pp. 383–392.

Pregledni članek
Prejeto: 2011-05-09

UDK 502(497.4)"19":929Belar A.

PRISPEVEK K POZNAVANJU VLOGE ALBINA BELARJA NA PODROČJU VARSTVA NARAVE NA SLOVENSKEM

Peter SKOBERNE

SI-1000 Ljubljana, Cankarjeva c. 4

E-mail: peter.skoberne@amis.net

IZVLEČEK

Članek osvetljuje vlogo seizmologa Albina Belarja na področju varstva narave na Slovenskem in jo postavlja v okvir naravovarstvenih prizadevanj v Avstro-Ogrski monarhiji v začetku 20. stoletja. Odredba Ministrstva za uk in bogočastje v maju 1903 za pripravo pregleda naravnih spomenikov v monarhiji ni naletela na večji odziv, Albina Belarja pa je spodbudila, da je ob sodelovanju Schöppla, Paulina in Gratzya pripravil katalog naravnih spomenikov Kranjske (verjetno dokončan in poslan na Dunaj leta 1906), v katerem so bili tudi prvi predlogi za zavarovana območja (Bevke na Ljubljanskem barju, Pokljuška barja, Dolina Triglavskih jezer, Snežnik, Gorjanci in Krakovski gozd).

Ključne besede: Albin Belar, zgodovina, varstvo narave, Kranjska, Slovenija

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELL'IMPORTANZA DI ALBIN BELAR PER LA TUTELA DELLA NATURA IN SLOVENIA

SINTESI

L'articolo vuole evidenziare il ruolo del sismologo Albin Belar nel campo della tutela della natura in Slovenia, nell'ambito delle attività di conservazione nel periodo della monarchia austro-ungarica, all'inizio del ventesimo secolo. L'ordinanza del Ministero per l'educazione e la religione, del maggio 1903, per la stesura della revisione dei monumenti naturali della monarchia non suscitò grande interesse. Il documento però incoraggiò Albin Belar alla preparazione del catalogo dei monumenti naturali della Carniola (si presume ultimato e spedito a Vienna nel 1906) in collaborazione con Schöppel, Paulin e Gratzy. Il catalogo comprendeva pure le prime proposte per le aree protette (Bevke nel Ljubljansko barje, le paludi di Pokljuka, la valle dei laghi del Triglav, il Monte Nevoso, Gorjanci e il bosco di Krakov).

Parole chiave: Albin Belar, storia, tutela della natura, Carniola, Slovenia

UVOD

Začetki zavestnega in organiziranega varstva narave v Evropi segajo v drugo polovico 19. stoletja, ko sta bila izpolnjena dva bistvena pogoja, in sicer zavedanje o vrednosti narave in njenih posameznih elementov ter spoznanje o možni ali dejanski ogroženosti.

Pred tem obdobjem zasledimo različne odločitve posameznih lastnikov, skupnosti, pa tudi držav, ki so posledično imele pozitivne posledice za ohranjanje narave, čeprav varstvo narave ni bil osnovni motiv ukrepa. To so na primer lovski rezervati veleposestnikov (Bialowieza na Poljskem – 16. stol.), ukrepi proti prekomerni sečnji, protierozijski ukrepi ipd.

Za drugo polovico 19. stoletja je značilno ponovno prebujeno zanimanje za naravo, ne le poklicnih raziskovalcev, ampak tudi meščanov, ki so začeli zahajati v gore in jame. To je bila gotovo posledica boljšega gmotnega položaja večjega števila ljudi, kar je porajalo željo po rekreaciji in pristočnem stiku z naravo. Tudi romantizem je povečal zanimanje za naravo, predvsem prebujal čustveno dožemanje in se v iskanju identitete zatekal k antičnim vzorom. Hkrati je pomlad narodov obudila občutek za narodnostno pripadnost, ki jo je bilo treba povezati s konkretnimi simboli in značilnostmi; sledilo je iskanje istovetnosti v jeziku, kulturi in tudi naravi. Za isto obdobje je značilen tudi velik porast industrializacije, kar je že imelo vidne vplive na naravo. Ker pa so ljudje postali nanjo bolj pozorni, so te vplive opazili ter začeli opozarjati na pomen in potrebnost varstva. Tovrstna razmišljanja so v Evropi podkrepile še novice iz ZDA, kjer so leta 1872 ustanovili prvi narodni park.

Vse to dogajanje je ustvarilo pogoje za bistvena temelja dejavnosti varstva narave, tj. spoznavanje vrednosti in hkrati ogroženosti narave.

V tem obdobju je bilo slovensko ozemlje del Avstro-Ogrske monarhije, vključeno v dežele Goriško in Gradiščansko, Kranjsko ter Štajersko. Dosedanji pregledi naravovarstvenih dejavnosti v literaturi so za čas pred prvo svetovno vojno zelo skopi in nepopolni (Piskernik, 1963–64; Peterlin, 1976).

Belar je večkrat omenjen kot prvi, ki je pripravil predlog za zavarovanje Doline Triglavskih jezer (Beuk, 1920; Šivic, 1951; Piskernik, 1965; Peterlin, 1976). Ta predlog je leta 1908 ob podpori Nemško-avstrijskega planinskega društva posredoval vladi na Dunaju (Beuk, 1920). Ribarič (1989) je v prvem temeljitejšem pregledu Belarjevega dela, v prvi vrsti kot seizmologa, omenil tudi njegova naravovarstvenega prizadevanja, med drugim pripravo kataloga naravnih spomenikov na Kranjskem, kar je povzelo več avtorjev (Mihelič & Vidrih, 2001), vendar okoliščine niso bile podrobneje predstavljene.

V članku želimo zato opredeliti vlogo seizmologa Albina Belarja pri pripravi prvega pregleda naravnih spomenikov Kranjske in njegova prizadevanja postaviti v okvir razvoja varstva narave v Avstro-Ogrski monarhiji.

ZAČETKI V NEMČIJI

V Nemčiji je Ernst Rudorf (1840–1916) sprožil široko gibanje v podporo ohranjanju narave v tesni povezavi s prebujajočim se domovinskim varstvom. Njegov pristop je bil sicer celovit, a tudi čustven, saj je bil pesnik in glasbenik, predvsem pa je bilo njegovo razmišljanje precej pred časom, celovit pristop ni bil razumljen, niti primeren za konkretne varstvene ukrepe. Povsem drugače se je problemov varstva narave lotil botanik Hugo von Conwentz (1855–1922). Objavil je opomnik o ogroženosti naravnih spomenikov s predlogi za njihovo ohranitev (Conwentz, 1904). V tej izjemno stvarno in praktično napisani knjižici je opredelil pojem naravnega spomenika, poudaril pomen ohranjanja, analiziral vzroke in predlagal rešitve, zlasti inventariziranje naravnih spomenikov, ustanovitev posebne službe za varstvo narave, pripravo ustreznih predpisov, močno pa je poudaril tudi pomen ozaveščanja ljudi.

Rezultat njegovih praktičnih predlogov je bil, da so 22. oktobra 1906 v Danzigu ustanovili državno službo za nego naravnih spomenikov, katere prvi vodja je postal prav Conwentz (Schmid, 1907). Bil je zelo dejaven in ustanovitve podobnih služb so se tako širile po Nemčiji na deželni ravni, kasneje pa tudi po deželah Avstro-Ogrske monarhije. Predvsem pa so bila znana njegova predavanja, ki so v več primerih spodbudila nastanek naravovarstvenih služb v posameznih deželah. Še vedno pa ne na vladni ravni.

ZAČETKI V AVSTRO-OGRSKI MONARHIJI

V Avstro-Ogrski monarhiji so bile okoliščine sicer zelo podobne, razvoj dejavnosti pa je potekal nekoliko drugače kot v Nemčiji. Različna društva so prav tako opozarjala na posamezne konkretne probleme varstva narave, vendar do organizirane povezanosti na širši administrativni ravni ni prišlo. Vse kaže na to, da so zamisli nastajale ločeno, samostojno, glede na izrazito pozitivno nagnjenje neke interesne skupine do določene naravne znamenitosti, ki je bila zaradi drugih interesov ogrožena. Tako so se na primer leta 1886 začeli zagovorniki narave in turizma organizirati za ohranitev Krimelskih slapov na Tirolskem zaradi načrtov za izgradnjo elektrarne (Straubinger, 2009). Na podoben način so potekali dogodki na Češkem, ko je širitev kamnoloma ogrožala izjemno lep izdanek bazaltnih kamnin, imenovan Panská skála pri naselju Kamenický Šenov v lužičkih gorah (Nowak, 1901). To sta le dva primera v vrsti podobnih dogodkov, ko je prišlo do izrazitega nasprotovanja zagovornikov ohranjanja določene naravne znamenitosti nekemu drugemu interesu, katerega dejavnost bi poškodovala ali uničila naravno znamenitost.

Na povsem drugačen način so v naravovarstvenem duhu tega časa ravnali nekateri veleposestniki, ki so namensko izločili dele svoje posesti kot gozdne rezervate,

območja, kjer so se odpovedali gospodarjenju zaradi ohranitve naravnega stanja. V svojem poročilu na 6. letni konferenci za nego naravnih spomenikov v Berlinu leta 1913 o prizadevanjih za varstvo narave v Avstriji je gospod Schweder (1914; Guttenberg 1913) navedel naslednje primere opredelitve gozdnih rezervatov veleposestnikov:

- grof Georg Buquoy, Nové Hrady na Češkem (1838),
- knez Johann Adolf Schwarzenberg, pragozd Kubany na Češkem (1858),
- Rothschild, Rotwald na Spodnjem Avstrijskem,
- knez Liechtenstein, Hrubý Jeseník v Šleziji (vzhodni del Sudetov – Schmid, 1907),
- knez Karl Auesperg na Kranjskem (1888 – Piskernik, 1965; 1892 – Hartman, 1992),
- dr. Korb, Sezimky na Češkem,
- knez von Hohenzollern v Češkem gozdu v bližini naselja Železná Ruda (1911 – Conwentz, 1913).

Schweder (1914) med rezervati omenja tudi posest kneza Auersperga na Kranjskem. Opredelitev dela Rajhenavskega gozda za rezervat je v Sloveniji že dolgo znana (npr. Beuk, 1920; Piskernik, 1965; Peterlin 1976), Hartman (1992) pa je pojasnil tudi nekatere podrobnosti. Centralni ravnatelj Auerspergovih posestev, dr. Leopold Hufnagel, je leta 1892 pripravil načrt gospodarjenja z gozdovi. V njem sta bila iz gospodarjenja izločena dva oddelka. Posebno zanimiva je opomba »Oddelka 38 in 39 naj se kot pragozd ohranita, zato je tudi vsakera raba izključena.«, saj kaže na zavestno odločitev, da se na tem območju ne gospodari iz ohranitvenih razlogov. Piskernikova (1965) navaja kot letnico izločitve pragozdnega rezervata leto 1888. Glede na to, da omenja tudi površino 305 ha, verjetno ne gre za pomoto, ampak za nek drug vir. Kot naslednica Antona Šivica, ki je natančno poznal in spremljal gozdarsko (in naravovarstveno) problematiko vse od konca prve svetovne vojne, je očitno imela na razpolago tudi njegovo dokumentacijo, o čemer priča navajanje različnih podrobnosti v njenih člankih, medtem ko osnovni viri niso znani in dostopni. Letnica 1892 pa je dobro utemeljena s prvim gozdnogospodarskim načrtom (Hartman, 1992; Kocjan, 2009).

Čeprav še niso razjasnjene vse podrobnosti izločitve dela Rajhenavskega Roga, pa navedba preostalih primerov nastanka gozdnih rezervatov v Avstro-Ogrski monarhiji v tem časovnem obdobju kaže na povezanost veleposestnikov in sočasni odziv na področju ohranjanja narave.

V tem obdobju so začela nastajati tudi prva zavarovana območja na Švedskem, v Franciji, Nemčiji, Švici, na območju Bosne, širše poznan je bil tudi Belarjev predlog za zavarovanje Doline Triglavskih jezer (Guttenberg, 1913).

Naslednja naravovarstvena pobuda je vzniknila med planinci, saj se je planinstvo v tem obdobju, zlasti med meščanstvom, močno razširilo, povečal se je obisk gora.

S tem se je povečalo tudi zanimanje za alpsko cvetje. Posebej je izstopala planika, ki se je uveljavila kot rastlinski simbol gora, posledično pa je postala tudi cenjeno blago (Wraber, 1967). Množična prodaja planik je vodila v zmanjševanje naravnih populacij, ogroženost pa so prvi spoznali prav planinci. V alpskih državah so se največkrat na predlog planinskih organizacij vrstili predlogi za njeno zavarovanje. V avstrijskih deželah so si zavarovanja sledila v naslednjem kronološkem redu:

1886: planika v deželi Salzburg (Landes Gesetz z dne 17. 2. 1886, Landes-Gesetz und Verordnungsblatt, št. 18),

1892: planika v deželi Tirolski (Landes Gesetz z dne 7. 8. 1892, Landes-Gesetz und Verordnungsblatt, št. 34),

1896: planika v deželi Goriški in Gradiški (Landes Gesetz z dne 26. 5. 1896, Landes-Gesetz und Verordnungsblatt, št. 19),

1898: planika v deželi Štajerski (Landes Gesetz z dne 30. 5. 1898, Landes-Gesetz und Verordnungsblatt, št. 46),

1898: planika in Blagayev volčin v deželi Kranjski (Landesgesetzblatt für das herzogthum Krain/Deželni zakonik vojvodine Kranjske št. 15, Zakon o varstvu planik in kraljeve rože z dne 28. maja 1898); v tem času so bila znana samo nahajališča Blagayevega volčina na Kranjskem, rastlina pa je bila zaradi poznega odkritja (1936), privlačnih cvetov in tudi botaničnega obiska saškega kralja Friderika II Avgusta leta 1937 močno ogrožena (Praprotnik, 2004; Omejc & Brus, 2005),

1901: planika v deželi Spodnji Avstriji (Landes Gesetz z dne 14. 10. 1901, Landes-Gesetz und Verordnungsblatt, št. 67).

Kot zanimivost omenimo, da je bil predpis za Gradiško in Goriško trojezičen (slovenski, italijanski in nemški jezik), za Kranjsko dvojezičen (slovensko in nemško), za Štajersko pa le v nemščini.

POSLANSKA POBUDA GUSTAVA NOWAKA LETA 1901

Ustanovitvi naravovarstvene službe v Prusiji so sledile podobne organizacijske rešitve tudi po drugih nemških deželah, ki so začele z inventarizacijo naravnih spomenikov na svojem ozemlju, pripravo predpisov in tekočim delom. V Avstro-Ogrski državi so bile sicer številne naravovarstvene pobude in dejavnosti na ravni civilne družbe, ni bilo pa podobnega odziva deželne ali državne administracije.

Od teh posameznih, le šibko povezanih dejanj izstopajo že omenjena prizadevanja za ohranitev bazaltne izdanka Panská skála pri naselju Kamenický Šenov v lužiških gorah. Za reševanje tega primera se je namreč zavzel poslanec v češkem in državnem parlamentu Gustav Nowak. Očitno je dobro poznal podoben primer Drachenfels v Nemčiji, kjer je širitev kamnoloma ogrožala bazaltne pečine nad Renom. Društva za podporo

ohranitve skalovja so dosegla, da je kralj leta 1829 odkupil zemljišče in s tem omogočil nastanek prvega zavarovanega območja narave v Nemčiji (Straubinger, 2009).

Dne 17. oktobra 1901 je Nowak s 23 poslanci podal v parlamentu predlog za pripravo zakona o varstvu in ohranitvi naravnih spomenikov (Nowak, 1901). V pobudi je predstavil potrebnost ohranjanja naravnih spomenikov, predvsem tistih s področja nežive narave, na podoben način kot je bilo to dogovorjeno za kulturne spomenike. Pobudo je utemeljil s predstavitvijo obravnavanja naravnih spomenikov v renski provinci (Prusija) ter podkrepil s konkretnim primerom Panske skále: »*Ta geološka izjemnost ('Unicum') se uporablja kot kamnolom in bo, če se ne bo na kakšen način to zaustavilo, v bližnji prihodnosti izginila.*« Nadalje je opozoril, »*da je dolžnost države, kolikor je mogoče v prihodnosti ohranjati spomenike narave, da bi se izognili najbolj grenkim očitkom zanamcem in obtožbam za pomanjkljivo razumevanje za ohranitev lepote in čudes naše zemlje.*«

Parlament je sprejel naslednji zaključek: »*C. kr. Vladi se naloži, da v najkrajšem roku predloži parlamentu Zakon o varstvu in ohranitvi naravnih spomenikov.*«

Na sklep parlamenta ni bilo odziva. O vzrokih lahko ugibamo, zelo verjetno je bila ena od težav, da za to področje še ni bilo pristojnega resorja, iz kasnejšega razvoja dogodkov pa lahko sklepamo, da so za reševanje določili Ministrstvo za uk in bogočastje, saj je bilo to že pristojno za spomeniško varstvo. Problematika naravnih spomenikov je smiselno ustrezala temu področju. Spomeniško varstvo je bilo namreč v tem času že dodobra razvito in organizirano.

Poslanec Nowak se je znova oglašil v parlamentu 13. marca 1902 (Nowak, 1902a), ko je v obsežnem in poglobljenem govoru ponovno utemeljeval potrebnost ohranjanja naravnih spomenikov, tokrat s konkretnimi primeri. Med drugim je poročal o dogodkih, povezanih z ohranjanjem Panske skále, kjer so društva zbirala finančna sredstva za odkup s kamnolomom ogroženega območja. Sicer je zbor spomnil tudi na sprejet sklep glede varstva naravnih spomenikov iz leta 1901, v tokratnem prispevku pa je šel korak dalje, ko se je zavzel za finančno podporo. Omenil je, da se za ohranjanje in restavriranje stavbnih spomenikov namenja na tisoče goldinarjev, tako bi se lahko vsaj nekaj denarja namenilo ohranjanju naravnih spomenikov. Ob splošnem odobravanju je bil sprejet sklep: »*C. kr. Vladi se naloži, da poskrbi za izdatne podpore in donacije, kakor tudi za skorajšnji predlog osnutka zakona za varstvo in ohranjanje naravnih spomenikov.*«

Tudi ta sklep se ni uresničil, saj v predlogu proračuna za leto 1903 ni bilo predvidenih nobenih sredstev za to področje (Straubinger, 2009). Kljub temu poslanec Nowak ni odnehal in se je v parlamentu znova

oglasil 7. novembra 1902 (Nowak, 1902b) in predlagal ustanovitev posebnega sklada. Zahtevo je zbor sprejel in predložil Vladi v izvršitev.

Vztrajnost poslanca Nowaka je spomladi leta 1903 vendarle obrodila sadove. Ministrstvo za uk in bogočastje je namreč marca 1903 organiziralo strokovni posvet na temo ohranjanja naravnih spomenikov. Udeležili so se ga predstavniki različnih naravoslovnih panog (Anonim., 1903a). Ugotovili so predvsem dva vidika obravnave, in sicer ohranjanje naravnih spomenikov zaradi znanstvenih ali estetskih razlogov. Obravnavali so primere iz drugih držav, Nemčije, Anglije in Francije, ter sklenili posvet z upanjem, da se bodo začela podobna prizadevanja tudi v Avstriji.

Ministrstvo za uk in bogočastje je očitno s tem posvetom začelo z delom za izvedbo sklepa parlamenta, in sicer, uradniško zelo logično, pripravilo najprej posebna navodila, s katerimi je želelo dobiti pregled nad naravnimi spomeniki Avstrije, saj je za pripravo učinkovitega predpisa potrebno določeno poznavanje problematike. Dokument je ministrstvo z odredbo št. 38.212 z dne 2. maja 1903 razposlalo vsem deželnim vladam kronovine (Anonim., 1903b).

Odziv na odredbo je bil skromen (Schweder, 1913), prizadevanja za reševanje problematike naravnih spomenikov so, vsaj na ravni državne administracije, postopoma razvodenela (Schmid, 1907). Dejavnosti so ponovno zaživele z ustanovitvijo Fachstelle für Naturschutz za Avstrijo na Dunaju leta 1914 (Straubinger, 2009). C. kr. ministrstvo za poljedelstvo je nakazalo Avstrijski zvezi za domovinsko varstvo (Oesterreichisches Heimatschutz Verband) denar za ustanovitev strokovnega mesta za varstvo narave. Prvi vodja je bil G. Schlesinger, konservator nižje-avstrijskega deželnege muzeja na Dunaju (Anonim., 1917).

Edina doslej znana dejavnost te službe na območju Slovenije je objava poziva za »sestavo seznama vseh avstrijskih prirodnih spomenikov« v Izvestjih Muzejskega društva za Kranjsko (Anonim., 1917); očitno ponoven poskus vzpostavitve pregleda naravnih spomenikov, ki pa zaradi prve svetovne vojne spet ni obrodil sadu.

ODZIV NA ODREDBO MINISTRSTVA ZA UK IN BOGOČASTJE (1903) NA KRANJSKEM

Odredba Ministrstva za uk in bogočastje iz leta 1903 je na Kranjskem doživela drugačno usodo. Sprožila je namreč pozitiven premik na področju varstva narave.

Iz delovodnika Kranjske deželne vlade (Arhiv Slovenije, fond 33 – Sl. 1) je razvidno, da so odredbo prejeli 23. maja 1903, zavedli pod številko 10807 in predali v reševanje IV. oddelku. Dne 11. 6. 1903 so začeli zadevo reševati in 24. 6. 1903 posredovali odredbo vsem okrožnim glavarstvom dežele Kranjske, Muzejskemu društvu,

SL. 1: Levi list delovodnika Deželne Vlade v Ljubljani s podatki o prispeli odredbi Ministrstva za uk in bogočastje (Vir: Arhiv Slovenije, AS33).

Mai 1903		Zugestellt dem Departement	Vorzahl	Von wem das Stück eingelangt ist und kurzer Inhalt desselben	Eingelangt mit
Zahl des Stückes	Tag des Einlangens				
10807	23.	IV mit — Beilagen		<p>Wien Minist. f. Kult. u. Unterr.</p> <p>verweist von der Aufzeichnung und Anweisung des Herrn Botschafters in London zum Nutzen der Natur wissenschaften</p>	<p>Datum</p> <p>2/5 1903</p> <p>Zahl</p> <p>38211 192</p>

SL. 2: Desni list delovodnika Kranjske deželne Vlade s podatki o posredovanju dopisa, odgovorih in signaturi zadeve (Vir: Arhiv Slovenije, AS33).

Fig. 2: Right page of the protocol of Carniolan Government with data on further administration acts: the Decree was forwarded to all local authorities and 3 non-governmental organisations (Slovenian and Austrian mountaineering Society, Museum Society), 11 answers received.(Source: Archives of the Republic of Slovenia, AS33).

Nemško-avstrijskemu planinskemu društvu in Slovenskemu planinskemu društvu, torej vsem pristojnim krajevnim oblastem in trem društvom, ki so bila dejavna na vsebinskem področju odredbe. Nadalje je iz delovodnika razvidno, da je prispelo 11 odgovorov (Sl. 2). Žal v Arhivu Slovenije v fasciklu, označenem v delovodniku, manjka celoten spis 10807 (Arhiv Slovenije, fond 33, fascikel 31, oddelek 23), zato temelji rekonstrukcija nadaljnjih korakov na sekundarnih virih, zlasti feljtonu Albina Belarja o negi naravnih spomenikov v Avstriji s posebnim ozirom na deželo Kranjsko (Belar, 1907).

Dr. Albin Belar (1864–1939), vsestranski naravoslovec, predvsem pa znan po svojem delu na področju seizmologije, se je zanimal tudi za naravne znamenitosti (Sl. 3). V uvodu feljtona je navedel navodila za inven-



Sl. 3: Portret Albina Belarja (Vir: Digitalna knjižnica Slovenije)

Fig. 3: Portrait of Albin Belar (Source: Digital Library of Slovenia).

tarizacijo naravnih spomenikov, ki jih je Ministrstvo za uk in bogočastje izdalo 'pred dvema letoma'. Glede na leto izida članka bi bilo to leto 1905. To gotovo ne drži, ker je nedvoumno, da se Belarjeva navedba nanaša na odredbo iz leta 1903.

Gorenjsko okrožno glavarstvo (iz prispevka ni jasno, ali je bilo to kranjsko ali radovljiško glavarstvo, ker ni obstajalo zgolj gorenjsko glavarstvo, kot je navedeno v članku) je povabilo Belarja, da pripravi odgovor na okrožnico. Belar je vabilo z veseljem sprejel (Belar, 1907), ker je imel očitno precej znanja tudi na tem področju. Vendar mu ni bila dovolj zgolj priprava odgovora za Gorenjsko, ampak ga je zanimalo, katere predloge so pripravila druga glavarstva. Iz članka je razvidno, da je pregledal poročila drugih okrožij in ugotovil, da so bila dokaj nepopolna, po njegovem mnenju tudi postavljena vprašanja niso bila vedno dovolj jasna ter uradniki premalo vešči te problematike. V prepričanju, da bi bilo možno v sodelovanju z ustreznimi strokovnjaki pripraviti katalog naravnih spomenikov Kranjske, se je Belar lotil tega dela.

Za sodelovanje je poprosil dr. Antona Ritterja von Schöppla (1858–1936), ki je že pripravil katalog kranjskih naravnih posebnosti, in poznanega botanika prof. Alfonza Paulina. O Antonu Schöpplu–Sonnwaldnu vemo, da je bil gospodarstvenik in je pripadal nemškemu kulturnemu krogu, o njegovem zanimanju za naravne znamenitosti oz. katalogu naravnih spomenikov pa razen Belarjeve opombe ničesar. Vprašanje je, če bo mogoče najti o tem kaj več, saj je bila Schöpplova knjižnica leta 1937 prodana Joanneumu v Gradec in leta 1945 uničena, prav tako kot leta 1942, ko so opustošili in zažgali njegov grad Vrhovo pri Šentjerneju, vsi preostali dokumenti (Andrejka, 1967). Iz Belarjevega feljtona lahko izluščimo večino Schöpplovih predlogov, v njih pa lahko v veliki meri prepoznamo znamenitosti, ki jih omenja že Valvasor v svoji Slavi vojvodine Kranjske (1696), prvem sistematičnem pregledu naravnih znamenitosti na Slovenskem.

Naslednji zanimiv prispevek k Belarjevemu pregledu je pripravil prof. Alfonz Paulin (1853–1942), tedaj srednješolski profesor naravoslovja v Ljubljani in vodja botaničnega vrta, nesporna botanična avtoriteta Kranjske. Rokopis o botaničnih spomenikih Kranjske z datacijo 1906 je bil sprva znan le iz drugih virov (Pucsko, 1910; Tomažič, 1943). Sledila je najdba rokopisa v zapuščini A. Paulina (Rokopisni oddelek Biblioteke SAZU v Ljubljani) ter pretipkanega rokopisa med zavrženo zapuščino A. Belarja v knjižnici ljubljanske univerze, kjer ga je leta 1954 našel dr. Vlado Ribarič in preprečil njegovo uničenje. O obeh najdbah, predvsem pa o vsebini rokopisa, je podrobno pisal Ernest Mayer (1988). Nad naslovom *Über botanische Naturdenkmäler in Krain* je Paulinov pripis: »Über Ersuchen der K. K. Landesregierung in Krain dem K. K. Ministerium für Kultur und Unterricht als Manuskript vorlegt, wo selbes

noch jetzt erliegt«. Iz te opazke je nedvoumno, da je Paulin pripravil prispevek za katalog naravnih spomenikov Kranjske kot del odgovora na odredbo ministrstva za uk in bogočastje iz leta 1903. Iz Belarjevega članka (Belar, 1907) pa je razvidno, da je bil pobudnik sodelovanja, pripravljalec odgovora za deželno vlado, prav Belar. Tone Wraber (2008) je namreč po opazki na ovitku rokopisa sklepal, da je študijo neposredno na pobudo kranjske deželne vlade napisal Paulin.

Paulin je v uvodnem delu razpravljal o pojmu naravni spomenik (Mayer, 1988) in se pri tem oprl na definicijo, ki jo je uporabil Conwentz (1904). V knjižnici Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete je bil namreč izvod Conwentzovega priročnika z žigom Botaničnega vrta v Ljubljani, zato lahko upravičeno sklepamo, da gre za Paulinov izvod. Paulin je torej dobil priročnik kmalu po izidu in ga takoj tudi uporabil pri pripravi gradiva, za katerega ga je zaprosil Belar. Naštel in utemeljil je 51 za Kranjsko posebnih rastlin, izpostavil potrebnost varovanja predvsem devetih rastlin, njihovih nahajališč, pri tem pa izpostavil tri botanično pomembna območja (Ljubljansko barje, Kredarica, Krakovski gozd). Te utemeljitve najdemo kasneje v Spomenici (Beuk, 1920) in predpisu o zavarovanju rastlinskih vrst leta 1923.

Belar je v svoje poročilo vključil vsebino Paulinove ekspertize. Zastavlja se vprašanje, ali je datacija Paulinovega rokopisa točna, saj v izvorniku in prepisanem tipkopisu nikjer ni navedbe letnice. E. Mayer (1988) na podlagi Paulinove navedbe, da bo skorajšnje dokončanje gradnje bohinjskega predora dodatno ogrozilo alpsko možino na Črni prsti, sklepa, da je študija nastala med letoma 1905 in 1906, ko je bil predor zgrajen, zaradi dotedanjega citiranja (Pucsko, 1910; Tomažič, 1943) pa se je odločil za letnico 1906.

Še vedno obstaja možnost, da je rokopis nastal leta 1905. Ker se Paulin sklicuje na Conwentzovo delo iz leta 1904, ta podatek omejuje spodnjo starostno mejo rokopisa. Po drugi strani pa mora biti Paulinova študija starejša od Belarjevega skupnega poročila, čeprav je iz Paulinovega rokopisa razvidno (Mayer, 1988), da je poznal Belarjeve predloge za zavarovanje Doline Triglavskih jezer, Snežnika in Gorjancev, vendar je te navedbe Paulin dodal kasneje (Mayer, 1988).

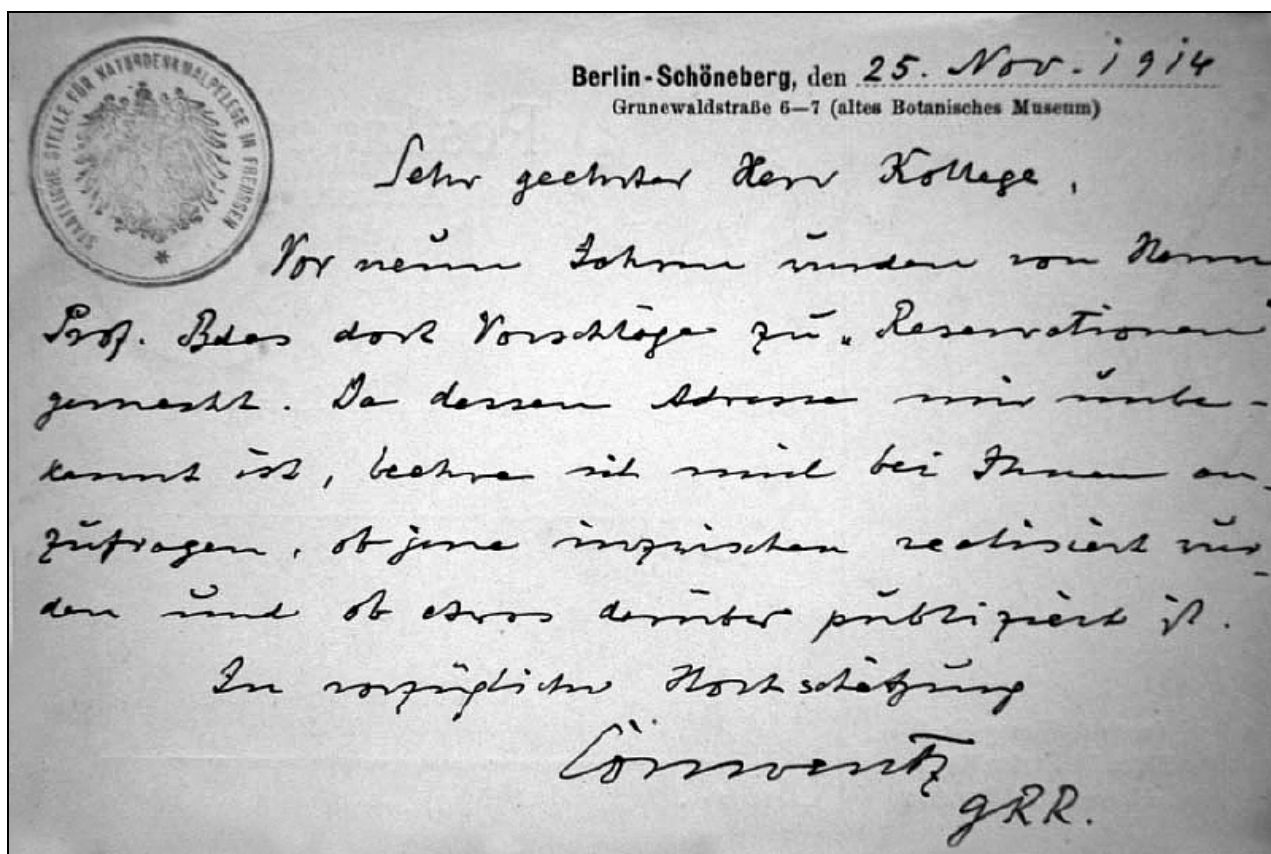
Nejasnosti so tudi okoli datacije Belarjevega skupnega poročila o naravnih spomenikih Kranjske. V več virih se pojavlja letnica 1903. Tako Mihelič in Vidrih (2006) pišeta: »Znano je, da je že leta 1903 predložil deželni vladi Kranjske izdelavo kataloga naravnih spomenikov na Kranjskem, pri tem pa sta mu pomagala prof. A. Paulin in dr. A. pl. Schöppl. Tri leta kasneje (1906! – op. avtorja) so obsežni rokopis predložili

deželni vladi, ta pa ga je poslala Ministrstvu za kulturo in pouk na Dunaju.« Podobno navaja tudi Rotar (1991): »Že leta 1903 je s sodelavcema predložil deželni vladi Kranjske pobudo za popis in vzdrževanje naravnih spomenikov skupaj s predlogom za organizacijo rezervatnega varstva, na katero pa žal ni bilo odziva.« V obeh primerih gre za sicer korektno povzemanje Ribariča (1989), ki se sklicuje na Belarjevo rokopisno poročilo (Bericht über ausserdienstliche Thätigkeit des Prof. A. Belar, Laibach, 1908, 4 strani rokopisa). Ob površnem branju sicer dobimo vtis, da je bilo poročilo pripravljeno leta 1903, a je takrat Belar le predlagal pripravo kataloga. Podobno je v želji izluščiti za prvo zamisel Triglavskega narodnega parka čim zgodnejšo letnico zavedlo tudi avtorja knjige o Albinu Belarju, ki zapiše, da je Belar »že leta 1903, ko v Evropi še ni bilo narodnih parkov, prvič predstavil deželni vladi Kranjske svoj predlog za katalog naravnih spomenikov, v katerem predlaga tudi večje zavarovano območje v Dolini Triglavskih jezer« (Vidrih & Mihelič, 2010). V tem letu je šele nastajal odgovor na vprašalnik in porodila se je zamisel, da bi izdelal katalog naravnih spomenikov Kranjske. Najverjetneje je bil dokončan leta 1906 ali kvečjemu proti koncu 1905. Poleg tega je treba razlikovati med zamislijo za zavarovanje Doline Triglavskih jezer v Belarjevem katalogu (in objavljenem feljtonu v Wiener Zeitung) in že pravno oblikovanim predlogom za zavarovanje leta 1908, kar je bil že bistven korak naprej na poti k ustanovitvi parka.

Kot zanimivost dodajmo, da je Belarjevo poročilo iskal tudi Hugo von Conwentz (1855–1922), ko je zbiral naravovarstveno bibliografijo za območje Avstrije. Ob pregledovanju rokopisne zapuščine prof. Paulina je dr. Tone Wraber v Biblioteki SAZU našel tudi dve Conwentzovi pismi, knjižničar Blaž Samec pa mi ju je prijazno poiskal. Prvi dokument je dopisnica z datumom 25. november 1914 (Sl. 4). V njej je poizvedoval za Belarjevim predlogom za 'rezervacije', ki je bil pripravljen pred devetimi leti, torej leta 1906.

Nekoliko obsežnejše je bilo pismo, datirano 9. aprila 1915 (Sl. 5), v katerem se sklicuje na Belarjev članek (Belar, 1907) in povprašuje o morebitnih tedanjih in kasnejših objavah s to vsebino. Poleg tega omenja, da Državna služba za nego naravnih spomenikov Prusije tudi za območje Avstrije že leta pripravlja bibliografijo za nego naravnih spomenikov, varstva narave itd.

Med obstoječo Conwentzovo pisno zapuščino (Hugo Conwentz bequest, Staatsbibliothek zu Berlin) ni nobene Paulinovega pisma (Rosenbrock, 2008). Zelo verjetno zaradi prve svetovne vojne in bolezni Paulin na Conwentzovi pismi ni odgovoril.



Sl. 4: Dopisnica Huga Conwentza Alfonzu Paulinu z dne 25. 11. 1914.

Besedilo: »Sehr geehrter Herr Kollege,

Vor neun Jahren wurde von Herrn Prof. Belar dass vorschläge zu 'Reservationsen' gemacht. Da dessen adresse mir unbekant ist, beehre sich mich bei Ihnen anzufragen ob jene inzwischen redigiert wurde und ob etwas darüber publiziert ist.

In vorzügliche Hochachtung

Conwentz gRR«

(Vir: R 12/VIII-20:1, Rokopisni oddelek Bibilioteke SAZU, Ljubljana).

Fig. 4: Postcard that Hugo Conwentz sent to Alfonz Paulin on 25th November 1914.

Text: »Honourable Collegue,

Nine years ago Prof. Belar prepared proposals for 'Reservations'. As I don't know his address, I dare to ask you if the list has been changed or if there was any publication about it.

Yours respectfully

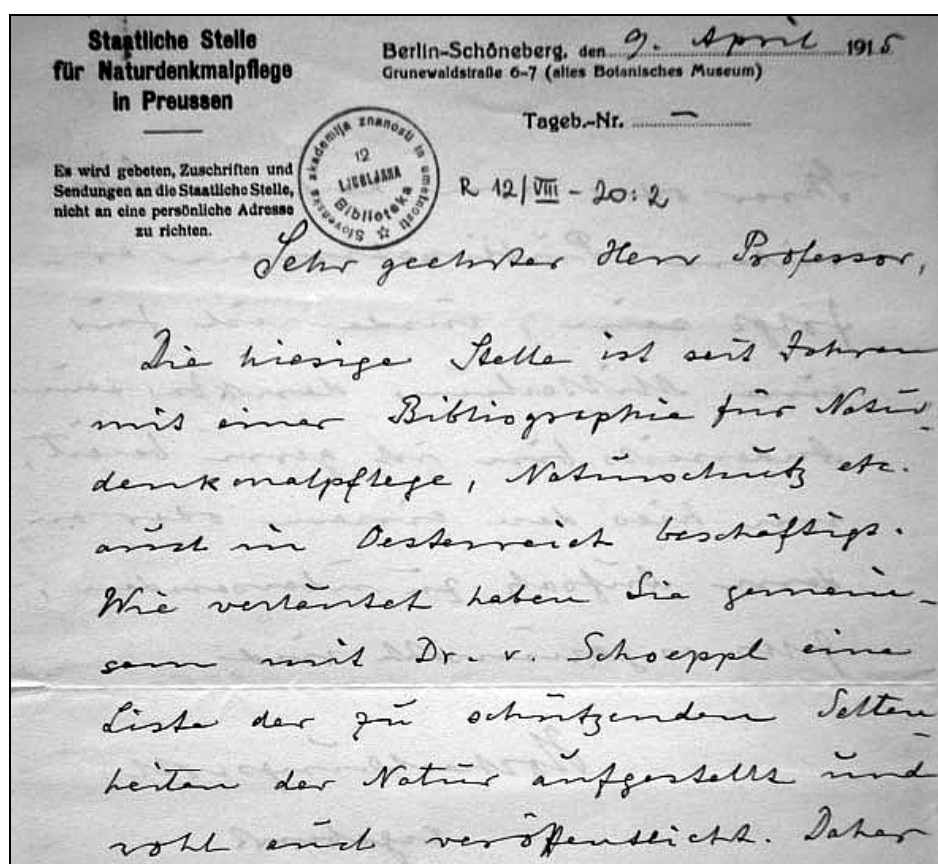
Conwentz g RR«

(Source: R 12/VIII-20:1, Manuscript Department, Library of SASA, Ljubljana).

BELARJEV PREGLED NARAVNIH SPOMENIKOV KRANJSKE

Belar je torej iz podatkov, ki jih je imel na razpolago, zlasti pa Paulinovega predloga botaničnih naravnih spomenikov Kranjske, Shöpplovega seznama in Gratzyjevega (1897) članka o jamah, sestavil poročilo o naravnih spomenikih Kranjske. Poročila žal kljub iskanju v Arhivu Slovenije še nismo našli, dokaj celovito podobo pa si lahko ustvarimo o njem po izvlečku, ki ga je Belar objavil leta 1907 v Wiener Zeitung.

Poudariti je treba, da je bil temeljni povod za pravo pregleda naravnih spomenikov interes, da se jih ohrani. Belar je poudarjal hkrati pomembnost, raznovrstnost in predvsem ohranjenost naravnih spomenikov Kranjske, opozarjal pa je tudi že na ogroženost. Seveda pa je osnova poznavanje tovrstnih posebnosti, zato se je lotil priprave kataloga naravnih spomenikov takoj, ko si je zagotovil sodelovanje za to področje poklicanih strokovnjakov, zlasti Shöppla in Paulina.



Sl. 5: Pismo Huga Conwentza Alfonzu Paulinu z dne 9. 4. 1915, iz katerega je razvidno, da je po branju Belarjevega članka v Wiener Zeitung (1907) iskal Belarjev seznam naravnih spomenikov Kranjske.

Besedilo: »Sehr geehrter Herr Professor,

Die hiesige Stelle ist seit Jahren mit einer Bibliographie für Naturdenkmalpflege, Naturschutz etc. auch in Oesterreich beschäftigt. Wie verlautet haben Sie gemeinsam mit Dr. v. Schoeppel eine Liste der zu schützenden Seltenheiten der Natur aufgestellt und wohl auch veröffentlicht. Daher würde ich dankbar sein, diese wenn auch nur leihweise zu erhalten.

Der Aufsatz des Herrn Prof. Belar in der Wiener Ztg 1907 ist mir bekannt.

Solten von Ihnen oder von anderer Seite weitere Publikationen erfolgt sein, würde ich für eine Mitteilung dankbar sein. Andererseits bin ich gern bereit, von hier den einen oder andern Aufsatz zu übersenden, falls es gewünscht wird.

Hochachtungsvoll

ergebenst

Conwentz«

(Vir: R 12/VIII-20:2, Rokopisni oddelek Biblioteka SAZU, Ljubljana).

Fig. 5: Letter of Hugo von Conwentz to Alfonz Paulin, dated 9th April 1915. It is obvious from this letter that referring to Belar's article published in Wiener Zeitung (1907), Conwentz was looking for Belar's list of natural monuments in Carniola.

Text: »Honourable Professor,

For many years our office has been engaged in collecting the bibliography of natural monuments preservation, nature conservation etc., for Austria as well. It is known that you together with Dr. v. Schoeppel contributed to the list of natural rarities that need protection and published this list. I would be thankful if I could get it, or even only borrow it. I am familiar with Mr. Prof. Belar's article from Wiener Ztg 1907. In case there are some other publications available from you or others, I would appreciate this information. I could with pleasure send you some other articles you wish to have.

Yours respectfully and faithfully

Conwentz«

(Source: R 12/VIII-20:2, Manuscript Department, Library of SASA, Ljubljana).

Sledi zelo zanimivo priporočilo, naj se ustanovijo naravovarstvena območja, imenuje jih 'rezervacije'. Kot zgled navaja kneza Schwarzenberga iz območja Kubany v Češkem gozdu. Iz gospodarjenja je izločil več kot 100 hektarjev srednjeevropskega pragozda za ohranitev rastlinskega in živalskega sveta. To je bila ena od prvih zavestnih odločitev, da se na nekem območju lastnik zaradi ohranjanja narave odpove dobičku in prepusti dogajanje naravnemu razvoju.

Belar je nato navedel naslednje predloge za 'rezervacije' na Kranjskem:

1. barjanska okna pri Bevkah na Ljubljanskem barju,
2. dve barji na Pokljuki,
3. Dolina Triglavskih jezer,
4. Snežnik na Notranjskem,
5. Gorjanci,
6. Krakovski gozd.

Poleg utemeljitve pomembnosti teh območij je posvetil posebno skrb tudi izvedljivosti. Zelo jasna mu je bila ključna vloga lastništva. Kjer je bilo ozemlje v lasti cerkve ali veleposestnikov, je bila ustanovitev 'rezervacij' bolj verjetna.

Povezava med Belarjevim in Paulinovem seznamom pa ni samo vsebinska, saj se oba avtorja sklicujeta drug na drugega. Belar (1907) omenja, da je prof. Paulin pripravil izčrpno poročilo o botaničnih naravnih spomenikih Kranjske, Paulin pa v svojem delu omenja Belarjeve predloge 'rezervacij', katerih imena (Dolina Triglavskih jezer, Snežnik in Gorjanci) je Paulin dopisal v svoj rokopis kasneje (Mayer, 1988).

Nato je Belar nanizal vrsto naravnih znamenitosti, ki jih je razvrstil po tipoloških skupinah.

Najprej je opozoril na *izstopajoče lepe in geološko zanimive krajinske slike*, tj. gorske doline in polja v Julijskih Alpah in Karavankah, okolice jezer, ozkih dolin, sotesk in slapov. Med temi našteva Sedmera Triglavska jezera, alpsko krnico Velega in Malega polja, dolino Vrat, Belopeško jezero, morene pri Ratečah in Beli peči, Sotesko (Štenge), slap Peričnik, Radovno, slap Šum, izvir Savice, Bohinjsko, Blejsko jezero, Dovžanovo sotesko, sotesko Zarice, slap Save pri Medvodah, dolino Save med Savo in Zidanim mostom, alpski kotel pri Vršiču, sotesko Predaslja, sotesko Bele, korita Soteske, Pekel, Iško, Divje jezero, Cerkniško jezero, Poljansko Babo, Babji zob ter skalne piramide v Mediji pri Izlakah.

Sledijo navedbe o Krasu in kraških jamah. Pravi, da je Kranjska v monarhiji znana kot kraška dežela, saj je zelo bogata z jamami (več kot 1000 znanih v tedanjem času). Konkretnih jam ni navedel, se je pa skliceval na pregled jam, ki ga je iz podatkov dr. Krausa za Kranjsko objavil Gratzy (1897) in vsebuje 50 jam, izbranih glede na njihove izstopajoče lastnosti. Varstvo jam je potrebno ne samo zaradi ohranjanja kapniškega okrasja in preprečevanja ropanja živalskih ostankov, ampak tudi zaradi ohranjanja za prihodnost.

Med intermitentnimi izviri je izpostavil vrhniški Lintvern, manj skop pa je bil pri termalnih in mineralnih izviri; omenja blejske Toplice, Medijske toplice, Dolenske toplice, Šmarješke in Čateške.

Zastopane so tudi petrografske in mineralne posebnosti: dioritni tuf pri Otoku na Gorenjskem, minerali pri Litiji, polhograjski in cerkniški gorski kristali.

Nenavadno je, da v tej klasični zbirki manjkajo izjemna drevesa, ki so jih že v začetku povezovali z naravnimi spomeniki in so bila v tem času tudi med ljudmi znana. Lep primer je tisa v Stranah, ki jo je natančno opisal Deschmann (1862), Paulin pa v rokopisu izpostavil kot izjemno staro drevo, za katerega priporoča zavarovanje v primeru ogroženosti (Mayer, 1988). Še vedno obstaja možnost, da so izjemni drevesni osebki navedeni v originalnem poročilu in manjkajo v objavljenem povzetku.

ZAKLJUČKI

Pojav naravovarstvene zavesti v Evropi v drugi polovici 19. stoletja sovпада z razvojnim pospeškom industrijske revolucije, krepitvijo meščanstva, romanticizmom in narodnostnim prebujanjem, saj sta bila izpolnjena bistvena pogoja zanj, tj. zavedanje o vrednosti posameznih delov narave in vsaj potencialne ogroženosti.

Sledimo lahko mnogim vzporednim naravovarstvenim pobudam, ki jih je možno uvrstiti v naslednje skupine:

- krajevna prizadevanja za ohranitev posameznih (praviloma ogroženih) naravnih spomenikov,
- predlogi za varovanje ogroženih rastlin in živali (npr. zavarovanje planike v alpskih deželah),
- izločitev pragozdov iz gozdov veleposestnikov (pragozdni rezervati),
- zamisli in predlogi za zavarovanje večjih območij (naravni parki).

V Nemčiji je bila na pobudo Huga Conwentza leta 1906 ustanovljena služba za varstvo narave, ki se je postopoma širila in poskrbela za zbiranje podatkov ter zakonodajo. V Avstro-Ogrski monarhiji je češki poslanec Avgust Nowak leta 1901 predlagal zakon o varstvu naravnih spomenikov in v naslednjem letu pobudo ponovil in podkrepil z zahtevami za financiranje. Leta 1903 je Ministrstvo za uk in bogočastje organiziralo znanstveni posvet, na katerem so želeli opredeliti strokovno problematiko varstva naravnih spomenikov. Maja 1903 je Ministrstvo poslalo vsem deželam odredbo, okrožnico, s katero so želeli zbrati podatke o naravnih spomenikih monarhije. Odziv na ta dokument je bil na splošno zelo pičel, na Kranjskem pa privedel do bistvenega premika.

Okrajno glavarstvo Gorenjske je zaprosilo seizmologa Albina Belarja, da pripravi odgovor na odredbo, Belar pa se je odločil, da bo s pomočjo Schöppla, Pau-

lina in Gratzja zbral podatke o naravnih spomenikih Kranjske. Leta 1906, morda konec 1905, je bil seznam izdelan, deželna Vlada pa ga je posredovala na Dunaj. Originalni seznam je še vedno nekje v arhivih (zanimivo je, da ga je iskal tudi Hugo Conwentz), podrobnosti pa smo povzeli po Belarjevi objavi v Wiener Zeitung (1907).

Seznam kaže Belarjevo razumevanje pojma naravni spomenik, ki je bilo skladno s Conwentzovimi pogledi. Vsebinsko zajema seznam večino v tistem času znanih naravnih znamenitosti (vendar brez drevesnih spomenikov); očitno je tedanje dobro poznavanje Valvasorjevega pregleda naravnih redkosti v Slavi Vojvodine Kranjske (1689), posebna kakovost pregleda pa je, da je Belar k delu pritegnil še Paulina, Schöppla in Gratzja, kar je bistveno povečalo kakovost pregleda. Tudi zamisli za prva zavarovana območja na Kranjskem sledijo podobnim pristopom v Evropi, ne le glede izbire območij po izstopajočih naravnih pojavih, ampak tudi praktičnih možnostih, da bi lahko vzpostavili poseben režim. Belar se je zavedal, da je ključno vprašanje lastništva, zato je prednostno izbiral naravovarstveno zanimiva območja v lasti veleposestnikov, ki bi se lahko odpovedali delu dobička. Pripravil je podrobnejši predlog za zavarovanje Doline Triglavskih jezer, ki ga je Nemško-avstrijsko planinsko društvo leta 1908 poslalo na Dunaj. Uradnega odziva na ta predlog ne poznamo, zaradi močne narodnostne polarizacije tudi ni imel velike podpore sloven-

skega kulturnega kroga. Leta 1920 pa so člani Odseka za varstvo prirode Muzejskega društva Slovenije v Spomenici (1920) Belarjev predlog korektno navedli in upoštevali pri zamislih za zavarovana območja.

Po zlomu Avstro-Ogrske monarhije je bil Belar v nemilosti zaradi delovanja v nemškem krogu, zato tudi na področju varstva narave ni več aktivno deloval, njegova vloga na tem področju je bila prezrta, omejena predvsem na predlog za zavarovanje Doline Triglavskih jezer.

Belarjevo udejstvovanje na področju varstva narave torej ni bila le obrobna epizoda v njegovem bogatem znanstvenem in strokovnem delu, ampak je temeljila na poznavanju, zanosu in želji, da naravne spomenike Kranjske spozna in ceni tudi splošna javnost, kar bi bistveno prispevalo tudi k njihovem ohranjanju.

Belarjev seznam je eno od temeljnih izhodišč zgodovine varstva narave na Slovenskem. Delo seveda še zdaleč ni zaključeno, saj bo treba poleg Belarjevega kataloga poiskati še nekaj ključnih dokumentov. Žal nekaterih ne bo mogoče najti. Verjetno je za vedno izgubljena modra Belarjeva mapa z napisom 'Naturschutz', ki jo omenja Mayer (1988), podobno lahko sklepamo tudi za Schöpplovo zapuščino, saj je bila njegova knjižnica leta 1937 prodana Joanneumu v Gradec in leta 1945 uničena, leta 1942, ko so opustošili in zažgali njegov grad Vrhovo pri Šentjerneju, pa se je isto zgodilo tudi z vsemi preostali dokumenti (Andrejka, 1967).

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF ALBIN BELAR'S ROLE IN THE FIELD OF NATURE CONSERVATION ON THE TERRITORY OF SLOVENIA

Peter SKOBERNE

SI-1000 Ljubljana, Cankarjeva c. 4, Slovenia

E-mail: peter.skoberne@amis.net

SUMMARY

The ideas about nature conservation in Europe in the 2nd half of 19th century coincide with the general progress based on the industrial revolution, strengthening of the middle class, romanticism and the awakening of the national awareness. Two basic conditions were met, namely awareness of the value of some parts of nature and the recognition of at least potential threat.

There were several parallel nature conservation initiatives:

- *local efforts to conserve particular (mostly threatened) natural monuments;*
- *proposals for protection of threatened plants and animals (e. g. protection of edelweiss in the Alpine countries);*
- *designation of some virgin forests by big landowners;*

- ideas and proposals for designation of larger areas (nature parks).

In Germany in 1906, the office for nature conservation was established on the basis of the proposal of Hugo Conwentz. From this point onward, nature conservation administration was developed, working on data collection and legislation preparation. In Austro-Hungarian Empire, in 1901 Bohemian member of the parliament Avgust Nowak proposed a special Act on conservation of natural monuments. He reiterates his proposal in 1902, requesting adequate financing. In 1903 the Ministry of education and religion organised a scientific meeting discussing the technical background of the conservation of natural monuments in the empire as well as in other European countries. In May of the same year, the Ministry sent out to all provinces an ordinance to collect data on natural monuments of the monarchy. The response was in general very poor, but in Carniola the ordinance triggered an interesting action.

District administration of Upper Carniola engaged the seismologist Albin Belar to prepare answers to the questions laid down in the ordinance. Belar did it, and even took a step further. He decided to prepare a catalogue of natural monuments for the whole province of Carniola. He asked experts Schöppl, Paulin and Gratzky to help him collect data on natural monuments. In 1906, or maybe the end of 1905, the catalogue was finished and the county government sent it to Vienna. The original catalogue is still lost somewhere in the archives (it is interesting that Hugo Conwentz tried to find it, too), but its content is known from Belar's article published in *Wiener Zeitung* (1907).

It is obvious from the catalogue that Belar's understanding of the meaning of natural monument was in accordance to the Conwentz's approach. The list contains most of the known natural monuments of that time, surprisingly however, without mentioning the old tree monuments. The list shows that the natural rarities listed in the Valvasor's book *Die Ehre Deß Hertzogthums Crain* (1689) were well known. The added value of Belar's catalogue was that he engaged Schöppl, Paulin and Gratzky, which resulted in a more comprehensive document.

The ideas for the first protected areas in Crain are based on similar approaches from Europe, not only on the selection of outstanding areas, but also taking into account practical possibilities for setting a nature conservation regime. Belar was aware of the fact that ownership was the key issue, thus he selected priority areas for designation on the estates of big landowners, including the Church. His assumption was that big landowners would more easily miss some profit due to protection.

Belar prepared a proposal for the protected area of The Triglav Lakes Valley that was in 1908 sent to Vienna by the German-Austrian Alpine Society. The official answer is not known, but even in Carniola the proposal was not largely supported by the Slovenian cultural circles. We have to keep in mind extremely strong national polarisation between German and Slovene oriented groups in those times. In 1920 the same idea was picked up (and correctly referenced to Belar) in the Memorandum of the Section for Nature Conservation of the Museum Society of Slovenia (1920).

After the collapse of the Austro-Hungarian Empire, Belar lost support because of his pro- German orientation. He was not able to take an active role in science, nor nature conservation. His work was neglected, limited mostly to the proposals for the protection of The Triglav Lakes Valley.

Belar's role in the nature conservation was not just a minor episode in his very productive scientific and technical work. It was based on his good expertise, enthusiasm and the need for the general public to gain knowledge and appreciation of natural monuments, which could present the fundamental contribution to their conservation.

Belar's catalogue is one of the key documents of the history of nature conservation in Slovenia. The work, however, is not finished yet. Beside the catalogue itself, we have to find some other key documents. Unfortunately some of them have been lost. The blue Belar's folder with inscription 'Naturschutz', mentioned by Mayer (1988), is probably lost for ever. Similar conclusion can be drawn for the legacy of Schöppl. In 1937 his rich library was sold to Joanneum in Graz and in 1945 destroyed, the same as the rest of his documents, which were kept in his castle in Vrhovo that was devastated and burnt down in 1942 (Andrejka, 1967).

Key words: Albin Belar, history, nature conservation, Carniola, Krain, Slovenia

LITERATURA

- Andrejka, R. (1967):** Schöppl-Sonnwalden Anton. Slovenski biografski leksikon, 3, 10, 241–242.
- Anonymous (1903a):** Bestrebungen zum Schutze der Naturdenkmale. Wiener Zeitung, Nr 58, 13. 3. 1903, 8.
- Anonymous (1903b):** Schutz den Naturdenkmalen! In: Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, 43, 381–386.
- Anonymous (1917):** Za varstvo prirodnih spomenikov. Carniola, Izvestja-nova serija, 8, Muzejsko društvo za Kranjsko.
- Belar, A. (1907):** Die Naturdenkmalpflege in Österreich mit besonderer Berücksichtigung des Lande Krains. Wiener Zeitzug, št. 131, 9. 6. 1907, Wien, 3–5.
- Beuk, S. (1920):** Spomenica Odseka za varstvo prirode in prirodnih spomenikov, Glasnik Muzejskega društva za Slovenijo, 1 (1–4), 69–75.
- Conwentz, H. (1904):** Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung. Denkschrift dem Herrn Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten überreicht. Zweite unveränderte Auflage, Gebrüder Brontraeger, Berlin, pp. 207.
- Conwentz, H. (1913):** Fürstlich Hohenzollernsches Naturschutzgebiet im Böhmerwald. Journal of Ecology, 1, 3, 161–166.
- Conwentz H. (1914):** pismo dr. Alfonzu Paulinu z dne 25. 11. 1914, rokopisna zbirka, Bibliografija SAZU, R 12/VIII-20:1.
- Conwentz H. (1915):** pismo dr. Alfonzu Paulinu z dne 9. aprila 1915, rokopisna zbirka, Bibliografija SAZU, R 12/VIII-20:2.
- Deschmann, K. (1862):** Über einen sehr alten Eibenbaum (*Taxus baccata* L.) in Krain. *Drittes Jahreshft des Vereines des Krainisches Landes-Museums*, 194–197.
- Gratzy, O. (1897):** Die Höhlen und Grotten in Krain. Mittheilungen des Musealvereines für Krain, 10, 5, Laibach, 133–174.
- Guttenberg, A. (1913):** Über Naturschutzbestrebungen in Österreich. Die Naturwissenschaften, Vol. 1, 41, Springer Berlin / Heidelberg, 972–976.
- Hartman, T. (1992):** Sto let varovanja pragozdov na Slovenskem. Dolenjski zbornik, Novo mesto, 109–116.
- Kocjan, B. (2009):** Gozdnogospodarski vidiki ohranjanja naravnih vrednot na Kočevskem od leta 1892–1991. Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.
- Mayer, E. (1988):** Usoda in vsebina rokopisa A. Paulina »Über botanische Naturdenkmäler in Krain«. Biol. vestn., 36, 3, 33–52.
- Mihelič, J. A. & R. Vidrih (2006):** Dr. Albin Belar. V: Snovalci Triglavskega narodnega parka - Ljudje pred svojim časom; Zbornik posveta ob 25. letnici Triglavskega narodnega parka 1981–2006. Javni zavod Triglavski narodni park, Bled, 12–25.
- Nowak, G. (1901):** Antrag des Abgeordneten Gustav Nowak und Genossen auf Erlassung eines Gesetzes zum Schutze und zur Erhaltung von Naturdenkmälern. In: Beilagen zu den stenograph. Protokollen des Abgeordnetenhauses, nr. 990, XVII. Session, 1901, Wien.
- Nowak, G. (1902a):** Govor na 109. seji 17. zasedanja parlamenta dne 12. marca 1902. Stenograph. Protokolle des Abgeordnetenhauses, 109. Sitzung der XVII. Session am 13. 3. 1902: 10346–10350, Wien.
- Nowak, G. (1902b):** Antrag des Abgeordneten Gustav Nowak und Genossen um Schaffung eines fondes zur Erhaltung und zum Schutze der Naturdenkmälern. In: Beilagen zu den stenograph. Protokollen des Abgeordnetenhauses, nr. 1490, XVII. Session, 1902, Wien.
- Omejc, J. & R. Brus (2005):** Varstvo Blagayevega volčina (*Daphne blagayana* Freyer) v gozdnogospodarskem območju Ljubljana. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 77, 61–83.
- Peterlin, S. (1976):** Nekaj o zametkih in začetkih varstva narave v Sloveniji. Varstvo spomenikov, 20, 75–92.
- Piskernik, A. (1965):** Iz zgodovine slovenskega varstva narave. Varstvo narave, 2-3 (1963–1964), 59–74.
- Praprotnik, N. (2004):** Blagajev volčin: naša botanična znamenitost. Prirodoslovni muzej Slovenije, pp. 65.
- Pucsko, A. (1910):** Schulrat Professor Alfons Paulin. (Biographische Skizze). Jahresbericht des k. k. Staatsgymnasiums mit deutscher Unterrichtssprache zu Laibach veröffentlicht am Schlusse des Schuljahres 1909/1910, 18–21.
- Ribarič, V. (1989):** Albin Belar (1864–1939) in začetki slovenske seizmologije. Zbornik za zgodovino in tehniko, 10, Slovenska matica Ljubljana, 41–68.
- Rosenbrock, J. (2008):** pisno sporočilo, 23. 12 2008.
- Rotar, J. (1991):** Varstvo narave in geološka dediščina v Sloveniji. Rudarsko-metalurški zbornik, 38, 2, 199–206.
- Schmid, F. (1907):** Neue Verwaltungszweige. Zeitschrift Volkswirtschaft, Sozialpolitik und Verwaltung. Band 16, Wien und Leipzig, 272–301.
- Schweder (1913):** Die Naturschutzbestrebungen in Österreich. Bericht über die sechste Konferenz Naturdenkmalpflege in Preussen, Berlin, 5. – 6. 12. 1913. Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege in Preussen, Beitrage zur Naturdenkmalpflege, Vol. 4., pp. 430–434.
- Straubinger, J. (2009):** Geburt einer Landschaft, Sensucht Natur - Band I. Books on Demand GmbH, pp. 296.
- Šivic, A. (1951):** O alpskem naravnem parku pri Triglavskih jezerih. Proteus 13, Ljubljana.
- Tomažič, G. (1943):** Alfonz Paulin; Pomen dela A. Paulina. Letopis Akademije znanosti in umetnosti v Ljubljani. 1 (1938–1942), 241–256.
- Valvasor, J. R. (1689):** Die Ehre des Hertzogthums Krain (I. - IV. Buch.). Laybach.
- Vidrih, R., & Mihelič, J. (2010):** Albin Belar - pozabljen slovenski naravoslovec. Radovljica: Didakta.

Wraber, T. (1967): O varstvu rastlinskega sveta. Proteus, 29, 234–237.

Wraber, T. (2008): Pisna zapuščina botanika Alfonza Paulina v Biblioteki SAZU. Sedemdeset let Biblioteke SAZU, 200–236.

Uporabljene digitalne zbirke

Digitalna knjižnica Slovenije - <http://www.dlib.si>

ANNO – Austrian Newspapers Online, Historische österreichische Zeitungen und Zeitschriften Online, Österreichische Nationalbibliothek, Wien - <http://anno.onb.ac.at/anno.htm>

ALEX - Historische Rechts- und Gesetzestexte Online, Österreichische Nationalbibliothek, Wien - <http://alex.onb.ac.at/alex.htm>

Arhivsko gradivo

Arhiv Republike Slovenije, Ljubljana

Rokopisni oddelek Biblioteke SAZU, Ljubljana